

**BALTRONIC OÜ LAOMAJANDUSE ESKIISI
KOOSTAMINE**

BALTRONIC LLC WAREHOUSE DESIGN COMPILATION

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Ilja Järv

Üliõpilaskood: 153707EALM

Juhendaja: Ott Koppel, PhD

Tallinn 2020

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

(kuupäev digiallkirjas)

Autor: Ilja Järv

(allkirjastatud digitaalselt)

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

(kuupäev digiallkirjas)

Juhendaja: Ott Koppel

(allkirjastatud digitaalselt)

Kaitsmisele lubatud

(kuupäev digiallkirjas)

Kaitsmiskomisjoni esimees Jelizaveta Janno

(allkirjastatud digitaalselt)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Ilja Järv (sünnikuupäev: 05.01.1987)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Baltronic OÜ laomajanduse eskiisi koostamine, mille juhendaja on professor Ott Koppel,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäev digiallkirjas)

TALTECH MEHAANIKA JA TÖÖSTUSTEHNIIKA INSTITUUT LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Ilja Järv, 153707EALM

Õppekava, peeriala: EALM02/14 logistika, tarneahela juhtimine

Juhendaja: Ott Koppel, PhD

Lõputöö teema:

Baltronic OÜ laomajanduse eskiisi koostamine

Baltronic LLC warehouse design compilation

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Laomajanduse eskiisi koostamine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Andmete kogumine, analüüs, intervjuude läbiviimine	01.03.2020
2.	Põhi- ja metoodilise osade koostamine	01.04.2020
3.	Eskiisi koostamine	15.05.2020

Töö keel: eesti

Lõputöö esitamise tähtaeg: "25 " juuni 2020.a

Üliõpilane: Ilja Järv

(allkirjastatud digitaalselt) (kuupäev digiallkirjas)

Juhendaja: Ott Koppel

(allkirjastatud digitaalselt) (kuupäev digiallkirjas)

Programmijuht: Jelizaveta Janno (allkirjastatud digitaalselt) (kuupäev digiallkirjas)

SISUKORD

EESSÕNA	5
SISSEJUHATUS	6
1. LAONDUS JA LAOMAJANDUSE KORRALDUS.....	8
1.1 Laonduse roll tarneahelas.....	8
1.2 Laomajanduse korraldus ja kujundus.....	11
1.2.1 Laomajanduse korraldus	11
1.2.2 Laokujundus, projekteerimine ning kontseptuaalne kujundus	16
1.3 Laondus tootmisettevõttes	18
1.4 Varasemad uuringud	18
2. LÄHTEÜLESANNE	21
2.1 Baltronic OÜ	21
2.2 Laomajanduse hetkeolukord	23
2.3 Probleemi struktureerimine	24
2.3.1 Ladude füüsiline jaotus	24
2.3.2 Laomajanduse korraldus	26
2.3.3 Majandustarkvara	27
2.4 Uurimisülesanded.....	27
3. METOODIKA.....	29
3.1 Uurimisstrateegia	29
3.2 Bakeri ja Canessa struktureeritud lähenemisviis.....	30
3.2.1 Lähenemisviisi sisu.....	30
3.2.2 Süsteeminõuete defineerimine, ärinõuded ja kujundamispiirangud	33
3.2.3 Andmeallikad.....	35
3.2.4 Etalonpakkeühikute valimine	36
3.2.5 Lao seadmete valik	37
3.2.6 Tööprotseduuri ja meetodi määramine.....	40
3.3 Lao paigutusplaani ettevalmistamine	45
3.3.1 Lao paigutusplaani	45
3.3.2 Lao ruumi vajaliku pindala arvutamine.....	46
3.4 Majanduslik efekt.....	51
4. ANALÜÜS JA SÜNTEES	53
4.1 Lao kujundus.....	53
4.1.1 Andmete analüüs ja materjalivoo diagramm	53
4.1.2 Laotsoonide paigutuse eskiis	55
4.1.3 Laoruumi arvutuslik käik	57
4.1.4 Võimalikud lao paigutusplaanid	60
4.2 Hinnang majanduslikule efektile.....	62
4.3 Järeldused ja ettepanekud.....	63
KOKKUVÕTE	66
SUMMARY	68
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	70
LISAD	73
Lisa 1. Materjalivoo jaotus kaubagruppide kaupa.....	73
Lisa 2. Kauba gruppide kaupa jaotus ladustatud - ja ristlaadimis tooted	74
Lisa 3. Sissetulevate, väljaminevate, tootmis- ja tootmisest materjalivoogude analüüsid.....	75
Lisa 4. Baltronic tulevase hoone ehituseskiis.....	77
Lisa 5. Võimalik lao paigutusplaan number 1	78

EESSÕNA

Käesoleva magistritöö pealkiri on: Baltronic OÜ laomajanduse eskiisi koostamine.

Antud töö teema oli valitud Baltronic OÜ soovist optimeerida ja tõhustada materjalivoo protsesse ning parandada nende käitlemiskulusid, läbi mille pakkuda oma klientidele kõrgemat klienditeenindus taset.

Magistritöö uurimisprobleem seisnes selles, et hetkolukord laomajanduskorralduses ei võimaldanud ettevõttel oma ressursse kõige paremal viisi kasutada. Laotöös ja -protsessides avastati kitsaskohad, mis vajasid ettevõtte juhtide tähelepanu ning parandamist.

Arvestades sellega, et ettevõtte juhtkond oli otsustanud ehitada endale uue hoone ühendades kontorit, tootmist ja ladu, soovis uurimistöö autor välja töötada tervikliku laomajanduse eskiisi. Töö käigus sai analüüsitud ettevõtte materjalivoogu ja laomajanduskorraldust.

Kasutades Bakeri ja Canessa struktureeritud lähenemisviisi, koostas autor laomajandus eskiisi. Eskiisi loomisel, tuginedes materjalivoo diagrammile, sai määratud etalonpakkeühikud, valitud vajalikud seadmed kaubahoiustamiseks ning -käitlemiseks. Laole paigutusplaani loomiseks arvutas autor vajaliku laoruumi suuruse ning seeläbi pakkus sobiliku eskiisi.

Antud töö kinnitas seisukohta, et iga ladu on unikaalne ja laokujundus sõltub otseselt ettevõtte tegevusprofiilist. Kuid arvestades lao funktsionaalsust, võib leida igas laos ühiseid jooni ja protsesse. Sellisteks protsessideks on vastuvõtt, hoiustamine, komplekteerimine ja väljastamine. Iga laomajanduse eskiisi loomisel tuleb lähtuda viiest komponendist, mis ei saa üksteiseta eksisteerida: üldine struktuur, suuruste ja mõõtmete määramine, seadmete määramine, laomajanduse korraldusstrateegia valik ning lao paigutusplaan.

Märksõnad: laondus, laomajandus, laomajanduse korraldus, laomajanduse eskiis, magistritöö.

SISSEJUHATUS

Laonduse rolli tähtsus tarneahelas on hindamatu. Optimeerides tarneahelat püütakse kulude kokkuhoiu mõttes ladustamise protsessi elimineerida. Kuid materjalide vahepealne hoiustamine on olnud ja jääb vajalikuks. Ükski tootmisettevõtte ei saa lubada endale tootmisseisakuid ja kliendi tellimuste väljastamata jätmist. Seega tegevuse kindlustamiseks toimub planeeritud materjalide ja/või kaupade hoiustamine. Läbimõeldud laomajanduse korraldus aitab hoida kulud kontrolli all ja samas lisada toodetele väärtust. (Suursoo, 2016)

Antud magistritöö uurimisobjektiks on Baltronic OÜ (edaspidi Baltronic), ettevõtte, mis tegutseb telekommunikatsiooni valdkonnas. Antud valdkonna arengut tagavad tehnoloogia kiire areng ja uute rakenduste kasutusele võtmine. Koos telekommunikatsiooni valdkonna arenguga, arenes ka antud ettevõtte. Baltronic pakub oma klientidele nende vajadustele sobivaid lahendusi, omades selleks vajalikke teadmisi ja laialdast tootevalikut. Baltronic on tootmisettevõtte ja tänu sellele suudab pakkuda oma klientidele unikaalseid ja keerulisi lahendusi.

Valdkonna ja ettevõtte kiire areng on taganud protsesside keerulised lahendused. Analüüsides ettevõtte tarneahelat ja lähemalt laomajandust, avastas autor, et korraldus ei ole terviklik.

Arvestatud on ettevõtte otsusega ehitada endale hoone, mis koondaksid kokku kõik laod ning milles paikneksid nii tootmis-, kontori- ja laoruumid. Magistritöö eesmärgiks on laomajanduse tervikliku eskiisi koostamine. Terviklik laomajanduse eskiis koosneb andemete analüüsist ja nende alusel esitatud materjalivoo diagrammist, lao paigutusplaani väljatöötamisest, lao sobivate seadmete valikust ja majandusliku efekti analüüsist.

Magistritöö uurimusküsimused, mis vajavad vastuseid, on järgmised:

- Millised on ärinõuded ja kujunduse piirangud?
- Kuidas kujundada sisemist asetust?
- Kuidas valida ladustamisseadmete tüüpe?
- Kuidas valida ladustamisseadmete kogust?
- Millised andmed on vaja laokujundamise planeerimiseks?
- Kuidas määratleda laomajanduse funktsioon?
- Kuidas hinnata laokujunduse paindlikust?
- Kuidas hinnata projekti majandusliku efekti?

Antud magistritöö koosneb neljast peatükist. Esimeses peatükis tutvustab autor laonduse rolli ja tähtsust tarneahelas. Kirjeldab laomajanduse korralduse kõiki põhiprotsesse, tutvustab laokujunduse ja projekteerimise kontseptsiooni. Arvestades magistritöö teematikat annab autor ülevaate varasematest uuringutest.

Teises peatükis tutvustab autor uuritavat objekti, kirjeldab ettevõtte laomajanduse hetkeolukorda ja selle põhjal struktureerib probleemi. Peatüki lõppfaasis püstitatakse uurimisprobleem ja sõnastatakse uurimiseesmärgid.

Kolmandas peatükis kirjeldab autor magistritöö uurimismetoodikat. Uurimisstrateegiaks on juhtumiuurimine, mille uuritavaks objektiks on Baltronic. Kasutatud on kombineeritult kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid meetodeid. Analüüsimiseks kasutatakse ettevõtte majandustarkvara andmeid, viiakse läbi poolstruktureeritud intervjuud ning andmete täpsustamiseks viiakse läbi inventuur. Analüüs valmib *MS Exceli* programmis. Laokujunduse jaoks kasutab autor Bakeri ja Canessa struktureeritud lähenemisviisi.

Neljandas peatükis toimub andmete süntees ja esitakse tulemused. Autor töötab välja laotsoonide omavahelised seosed ja visualiseerib neid laotsoonide paigutuse eskiisina. Lõpliku lao paigutusplaani tegemiseks teostab autor arvutamised ja tuginedes tulemustele esitab eskiisjoonise. Lao paigutusplaani paindlikkust hindab antud valdkonna ekspert. Antud peatüki lõpus jõuab autor magistritöö järelduste ja omapoolsete soovituseni.

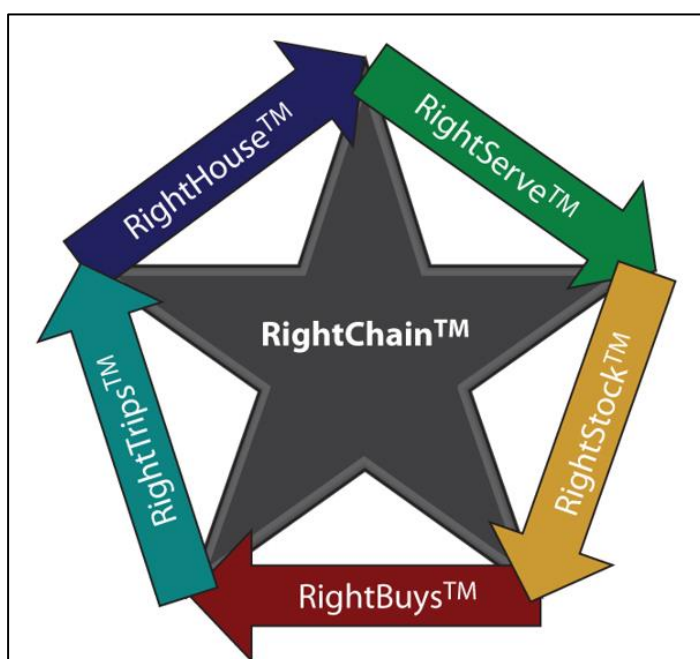
Antud magistritööst tulenev kasu on eelkõige ettevõttele Baltroic. Kuid samas sobib kasutada ka teistel tootmis- ja hulgimüügi ettevõtetel, kes soovivad teha laomajanduse korralduse analüüsi ja/või ümberkorraldust. Valitud teema on aktuaalne, sest seni praktilised lahendusvariandid puuduvad, samas ehitatakse ladusid pidevalt juurde.

1. LAONDUS JA LAOMAJANDUSE KORRALDUS

1.1 Laonduse roll tarneahelas

Logistika põhikomponendid – transport, kaubavaru, laondus – on olnud lugematuid aastaid tööstus- ja majanduselu põhielemendid, kuid logistikat on tunnistatud omaette peamiseks funktsiooniks alles viimase kahekümne aasta jooksul (Rushton, 2014). Logistika mõiste kuulub aga tarneahela juhtimisele, mis hõlmab ärivaldkonna veelgi laiemat ulatust. See hõlmab nii tooraine ja komponentide tarnimist, kui ka toodete tarnimist lõpptarbijale (Ibid.). Tänapäeval ettevõtete peamine väljakutse on mitte ainult tarneahela juhtimise algatus, vaid ka selle elluviimine. Tarneturgude globaliseerumise tõttu ja tootmise üleviimine odavama tööjõu riikidesse, kus tarneahel algavad tänapäeval ühest riigis, aga lõpevad teises maailma osas. (Sereda, 2018)

1990.aasta keskel Frazelle arendas välja RightChain™ (autori tõlge „õige ahel“) mudelit, mida on joonisel 1.1 välja toodud ning antud mudel kujutab järgmisi viite komponenti: klienditeenindus (RightServe™), varude haldamine (RightStock™), sisseost (RightBuys™), transport (RightTrips™) ja ladustamine (RightHouse™). (Frazelle, 2016)

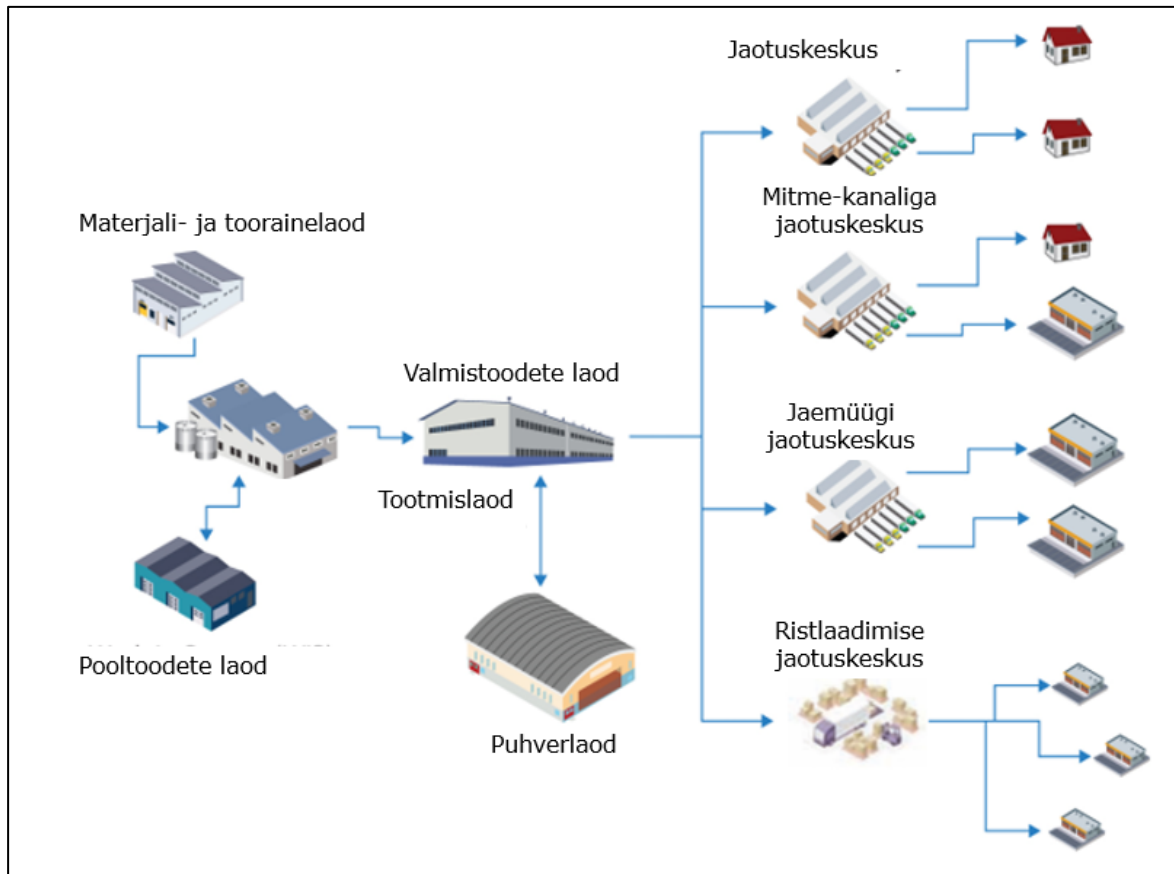


Joonis 1.1 Tarneahela logistika mudel

Allikas: Frazelle (2016)

Tarneahela- ja logistika juhtimine, klienditeenindus ja jaotuslogistika on enam hõlmavad funktsionaalseid valdkondi logistikas. Osa jaotuslogistikast on ladustamine, mille peamised tegevused, kuid mitte ainult on tervikuna oma tootmise- või/ja

klienditeenindamine. See võib hõlmata tellimuste töötlemist, materjalide käitlemist, ladustamist ja muu. Ladu on rajatis, kus hoitakse paljude erinevate tarnijate tooteid klientidele edasiseks turustamiseks (Hamberg, 2012). Laod pakuvad kasulikke teenuseid, mis praeguses majandusolukorras tõenäoliselt ei kao, vaid jätkavad täiendama endiselt paljusid väärtuslikke äri- ja tarneahela rolle. (Bartholdi, 2019; Frazelle, 2016)



Joonis 1.2 Lao roll logistikaahelas

Allikas: Frazelle (2016), tõlgitud autori poolt

Mudeleid, mis näitavad laorolle tarneahelas on palju, kuid enamike ladude peamine eesmärk on tõhustada kaupade liikumist läbi tarneahela lõpptarbija (joonis 1.2) (Rushton, 2014). Tähtis on tuua tooted turule lähemale. Kliendi tellimuste ja tarbija vajaduste kiire rahuldamine, suurendab toote ajalist ja ruumilist väärtust. Gwynne Richards on varude hoidmiseks toonud välja järgmised põhjused (Richards, 2014):

- ebaselgete ja ebakorreksete nõudmismustrite rahuldamine
- transpordi ja saatmiskulude vaheline tasakaal, õigustades suuremaid saadetisi
- soodustused hulgiostu kaudu
- kaugus tootja ja lõpptarbija vahel
- tootmise sulgemise/seisakute katteks

- võimalus suurendada tootmiskäike
- hooajatoodangu haldamine
- suur hooajalisus
- varuosade/komponentide ladustamine
- pooltoodete ladustamine
- investearingu varud
- dokumentide ladustamine

Lao loomise ja opereerimise põhimõte on kauba saamine ühe parameetriga, vajadusel ümber töödelda ja väljastada teiste parameetritega, suurte kulude kokkuhoiuga (Tanichev, 2003). Kõikidel materjalivoo etappidel on olemas vajadus kaupade hoidmiseks selleks ettenähtud ja varustatud kohtades. See seletab ladude variatsioonide mitmekesisust. Laod klassifitseeritakse nagu on näidatud allolevas tabelis 1.1.

Tabel 1.1 Ladude klassifitseerimine

Tunnused	Ladu
Funktsionaalsete valdkondade järgi	Tootmisladu Toormaterjalilaod Puhverladu Hulgiladu Jaotuskeskus Tolliladu/aktsiisiladu
Materjalivoo järgi	Tooraine Pooltooted Valmis tooted Taara Jäägid ja jäätmed
Omandiõiguse järgi	Eraladu (privaatladu) Üldkasutatav ladu Lepinguline ladu Riiklik või omavalitsuse ladu
Funktsionaalse eesmärgi järgi	Varude kogumine ja täiendamine Tootevaliku ühitamine Konsolideerimine Pikkaajaline hoiustamine (sesoonsuse ühtlustamiseks) Jaotus Tootmismaterjalide hoiustamine Tagastuste vastuvõtmine
Toote spetsialiseerumise järgi	Spetsialiseeritud Mittespetsialiseeritud Universaalsed Sega

Tabel 1.1 (järg)

Tunnused	Ladu
Tehnilise varustuse järgi	Manuaalladu Poolautomaatladu Automaatladu
Tehnilise varustuse järgi	Manuaalladu Poolautomaatladu Automaatladu
Ehitusliku konstruktsiooni järgi	Avatud platsid Kaetud varikatusega platsid Poolkaetud platsid Kinnised ehitised Mitmekorruselised Ühekorruselised Madalad kuni 10m ehk konventsionaalsed Mitme tasanditega
Tegevuse ulatuse järgi	Kohalik ladu Keskladu Regionaalne ladu

Allikas: Tanichev (2003) , Kiisler (2011), tõlgitud autori poolt

Ladude klassifitseerimis rohkus näitab nende tähtsuse rolli tarneahelas. Hästi majandatud ja korrastatud ladu võib osutada kulude kokkuhoiu allikaks ja olla konkurentsieeliseks. Arvestades lao rolli tähtsust tarneahelas ja ettevõttes, saab järeldada, et investeerimine ladudesse on vajalik ja see omakorda nõuab kaasaegset töökorraldust, - tehnoloogiaid, uuendusi ja kvalifitseeritud personaali.

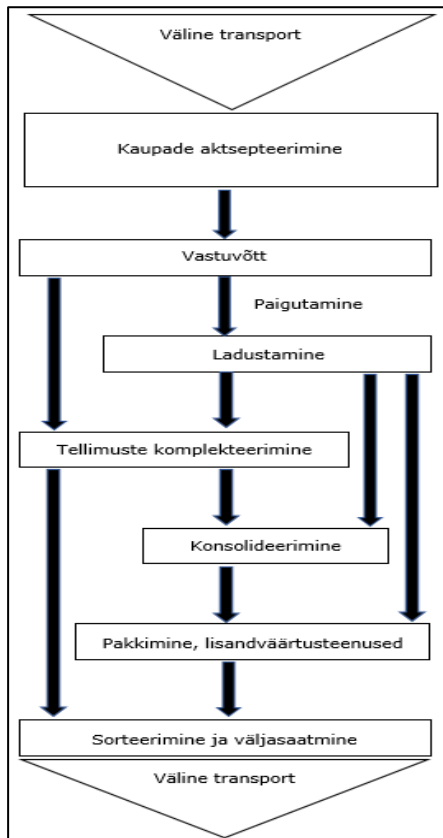
1.2 Laomajanduse korraldus ja kujundus

1.2.1 Laomajanduse korraldus

Iga ladu peab olema kavandatud vastavalt selle tarneahela eripäradele, mille osa see on. Sellegipoolest on teatud toimingud, mis on enamikus ladudes ühised. Need toimingud hakkavad kehtima olenemata sellest, et ladu on oma olemuselt manuaalne (ingl *manually*) ja põhivarustusega, või on see kõrgelt automaatne (ingl *automated*) (Rushton, 2014). Automatiseerimine pole aga alati parim valik. Lao automatiseerimine nõuab kulukaid investeeringuid laosisustuse ja tarkvara osas. Protsesside käsitsi korraldamine võib olla paindlikum variant, samas automatiseerimine võib aidata suurendada tõhusust ja vähendada ajakulu (Ivanov, 2007). Varude hoidmise ja materjalivood on välja toodud joonisel 1.3.

- **Kaupade aktsepteerimine ja vastuvõtmine**

Sõltuvalt tarnimise staatusest on fikseeritud täpne tarnekuupäev, eriti juhul, kui on palju tarneid ja madal kauba vastuvõtuvõime. Sellised ajagraafikud peaksid aitama saajal koordineerida koormusi ja vältida saabuva kauba koormuste tippe. Sellised parameetrid nagu saadetise suurus ja väärtus, tarnekaugus ja üldine liiklusolukord, tollivormistus ja teised, võivad mõjutada ideaalset kauba vastuvõtu saavutamist. (Hompel, 2007)



Joonis 1.3 Lao funktsioonid varude hoidmises

Allikas: koostatud autori poolt

Vastuvõtmine tavaliselt hõlmab saabuva transpordi füüsilist mahalaadimist, ostutellimuste kontrollimist ja saabuva kauba registreerimist arvutisüsteemi. See võib hõlmata ka selliseid toiminguid nagu lahti pakkimine ja ümberpakendamine järgmisteks lao toiminguteks sobivas vormingus. Selle tegevuse raames võib läbi viia kvaliteedikontrolli. Siit edasi suunatakse kaubad lattu (Rushton, 2014). Vastuvõttu lihtsustamiseks soovitakse kasutada ettevõtete vahelist märgistussüsteemi EAN128 või autotööstuses kasutusel olevat Odette-märgistussüsteemi. (Hompel, 2007)

Uute artiklite puhul on vajalik põhiandmete täitmine. Nende andmete hoolikas kogumine ja haldamine on olulised järgmistes materjalivoo protsessides. Süsteemile veel tundmatuid tooteid tuleb kontrollida kaalumise ja mõõtmise läbi. (Ibid.)

On olemas seisukoht, et see, mis juhtub vastuvõtmisel, määrab kogu lao toimingute edukuse. Kauba vastuvõtt on lao materjalivoo esimene etapp ning siin tehtud vead võivad mõjutada kogu edasist lao materjalivoogu kuni lõpptarbijani.

- **Kauba paigutamine (ingl *Put-away*)**

Kauba paigutamine on materjali kolimine ja paigutamine selleks ettenähtud hoiu kohtadesse (Frazelle, 2016). Ladustamise koha määramine, mis on välja toodud tabelis 1.2, sõltub erinevatest füüsilistest nõuetest, ladude operatiivsest ja tehnilisest toimimisest, samuti turva- ja juriidilistest nõuetest. (Hompel, 2007)

Tabel 1.2 Ladustamiskoha määramine

Parameeter	Nõuded
Tehnilised nõuded	• Lubatud riiuli- ja põranda koormus • Riiuli ühtlane koormus • Riiulimahu optimaalne ärakasutamine
Operatsiooni optimeerimine	• Sõidu- ja transpordiviiside minimeerimine • Ringluskiruse maksimeerimine • Laomahu maksimaalne ärakasutamine • Kättesaadavus (juhul kui teenindav transport on rikke pärast kättesaamatu) • Käsitsi kauba kiire identifitseerimine
Turva- ja juriidilised nõuded	• Konsolideerimispiirangud (ohtliku kauba puhul) • Eraldi hoidmine (näiteks toidu kaup) • Partiide rühmitamine

Allikas: Hompel (2007), täiendatud autori poolt

Suuresti sõltub asukoht sellest, kas kasutatakse fikseeritud- või juhuslikku asukohasüsteemi. Meetodite võrdlus on toodud tabelis 1.3. Fikseeritud asukoht tähendab seda, et konkreetsele tooterühmale antakse kindel ja teadaolev asukoht. Juhuslik asukoht tähendab, et asukoht genereeritakse juhuslikult. (Emmett, 2005)

Tabel 1.3 Meetodite võrdlus

Meetod	Asukoha teadmine	Ladustamisruumi kasutamine	Parim kasutamine
Fikseeritud asukoht	Lihtne, kuna jääb samaks	Vilets	Otse korje (ingl Pick faces)
Juhuslik asukoht	Ideaalis laomajandus tarkvara kontrollib	Hea	Hulgiladu

Allikas: Emmett (2005), täiendatud autori poolt

- **Ladustamine (ingl *Storage*)**

Peale kauba vastuvõtu kontrolli viiakse see tavaliselt põhi- või tagavarulao piirkonda, mis on paljude ladude suurim ruumikasutaja. Selles piirkonnas on suurem osa laovarudest tuvastatavates kohtades. Vajaduse korral viiakse kaubad laost kas otse sorteerimisse- või laadimiskoha täiendamiseks. (Rushton, 2014)

Hoiustamissüsteemi saab jaotada kaheks: (a) manuaalseks ja (b) automaatseks. Manuaalsetes ladudes toimub kauba siirdamine otse lõplikule hoiustamise kohale. Automaatsetes on liikumine toimumas järk-järgult, läbides teatud etapid kuni lõpliku hoiustamise kohani jõudmiseni. (Richards, 2014)

Kui kauba vastuvõtu üksus ei ole kauba vastuvõtmise ajal veel tuvastanud, viiakse see läbi nn. identifitseerimispunkti. Sageli tehakse seda automaatsete laosüsteemide eeltöötlustsoonis, näiteks kõrge laega ladudes. Sel eesmärgil kontrollitakse toote ja koguse vastavust laadimisüksusele ja põhiandmetele. Samal ajal sünkroniseeritakse materjalivoog infovooga. Poolautomaatsete laosüsteemide kasutamisel juhtub see manuaalse ja automaatse süsteemi vahelistes liidestest. (Hompel, 2007)

- **Tellimuste komplekteerimine (ing *Picking*)**

Tellimuste komplekteerimine on kauba eemaldamine laost konkreetse nõudmise rahuldamiseks. Tellimuste komplekteerimine on põhiteenus, mida ladu oma klientidele osutab ning see on funktsioon, millel enamik ladude kujundusi põhineb. Enamike ladude märkimisväärseks eesmärgiks on tellimuste kõrge komplekteerimis täpsus. (Frazelle, 2016)

Tellimus sisaldab sageli mitmeid tellimisridu, millest igaüks taotleb mingi tootegrupi konkreetset kogust. Kui tellimisrida on mõeldud laadimisühiku jaoks (nt kaubaalus), saab selle otse varude hoiuruumist väljastada. Kui aga tellimisrida on vähem kui laadimisühiku kohti, väljastatakse kaubad komplekteerimistsoonist. (Rushton, 2014)

Tellimuste komplekteerimist tagab majandustarkvara, mis jälgib algatatud väljastusprotsessi ja annab tagasiside protsessi lõppedes. Kui tellimus on laost väljastatud, vabastatakse kauba laoasukoht ning ajakohastatakse varusid. (Ibid.)

- **Komplekteerimistsoon, pakkimine ja lisandväärtusteenused**

Komplekteerimistsoon on koht, kus käsitletud ühikud identifitseeritakse peamistes materjalivoo positsioonides. Selline mõõtepunkt on eriti oluline lao protsesside võimekuse demonstreerimiseks. (Hompel, 2007)

Väikeste tellimuste korral on mõnikord kohane komplekteerida mitu tellimust ja käsitleda neid korjamise eesmärgil ühe tellimusena. Sel juhul tuleb valitud partii enne lähetamist sorteerida üksikute tellimuste järgi. (Rushton, 2014)

Ühelt poolt võrreldakse sihtpunkti ja tegelikke andmeid, et kontrollida materjali- ja informatsioonivoo kokkusobivust. Siin punktis tavaliselt klienditellimuse olek uuendatakse, st väljastuskorralduse olekut. Kontrollpunkt loob aluse dünaamiliseks võimsuse kasutamiseks, st järgmiste alade kasutamiseks vastavalt töökoormusele. Antud etapil tehakse ka transpordiviisi valik vastavalt valmisolevale klienditellimusele. (Hompel, 2007)

Pakkimisel tuleb kaup koguda täielikuks tellimuseks, mis on valmis saatmiseks. Kui kaupu ei koguta otse väljastuskonteineritesse (näiteks otse rullpuuridesse või -karpidesse), komplekteeritakse või pakitakse need peale kogumist kokku komplekteerimistsoonis. See protsess võib hõlmata ka tootmise edasilükkamist ja lisandväärtusteenuseid, näiteks komplekteerimine ja märgistamine. (Rushton, 2014)

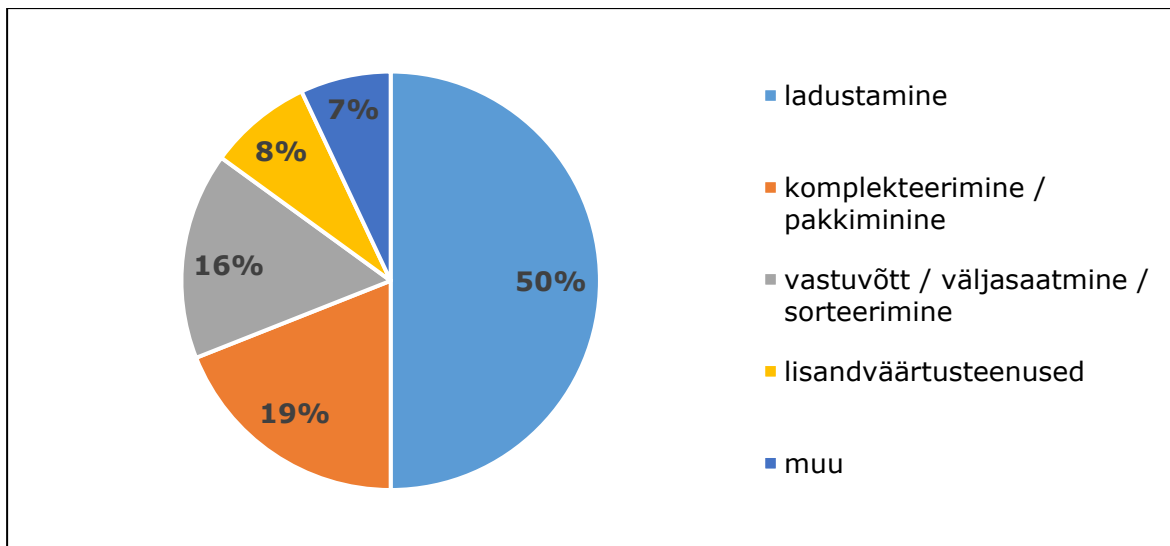
Saatmiskulude minimeerimiseks tuleb saadetisi optimeerida. Paljud ettevõtted tuginedes oma kvalifitseeritud ja kogenud pakenditöötajatele, püüavad leida iga pakitava koguse jaoks õige pakendiviisi (karbi suurus). (Hompel, 2007)

• **Sorteerimine ja väljastamine**

Kaubad sorteeritakse kokku laadimisühiku moodustamiseks ning viiakse väljastustsooni, kus seejärel laaditakse neid väljuvatele sõidukitele. Väljastamine tavaliselt koosneb (Frazelle, 2016):

- tellimuste täielikkuse ja täpsuse kontrollimine;
- kaupade pakkimine sobivasse laadimisühikusse;
- saatedokumentide, pakkimisnimekirjade, aadressimärkide ettevalmistamine;
- saadetiste kaalumine ja mõõtude määramine saatekulude kindlaksmääramiseks;
- veoautodele laadimine.

Nende funktsioonide jaoks kasutatud tüüpiline põrandapindade jaotus on näidatud joonisel 1.4. Ladustamine võtab üldjuhul suurima osa laopinnast ja kasutab sageli hoone kõrguse suuremat osa (st ladustamine toimub kõrge laega hoonetes ja muud toimingud madala laega hoonetes). Komplekteerimise ja pakkimise protsendimäärad on näidatud koos, kuna mõnikord ühendatakse need tegevused. Kolm tegevust, nagu kaupade vastuvõtmine, sorteerimine ja lähetamine, hõivavad tavaliselt märkimisväärt pinda. Samas võivad lisandväärtusteenused võtta vähe ruumi, sest on komplekteerimise ja/või pakkimise lahutamatu osa. (Rushton, 2014)



Joonis 1.4 Põrandapindade kasutamine

Allikas: Rushton (2014), täiendatud autori poolt

1.2.2 Laokujundus, projekteerimine ning kontseptuaalne kujundus

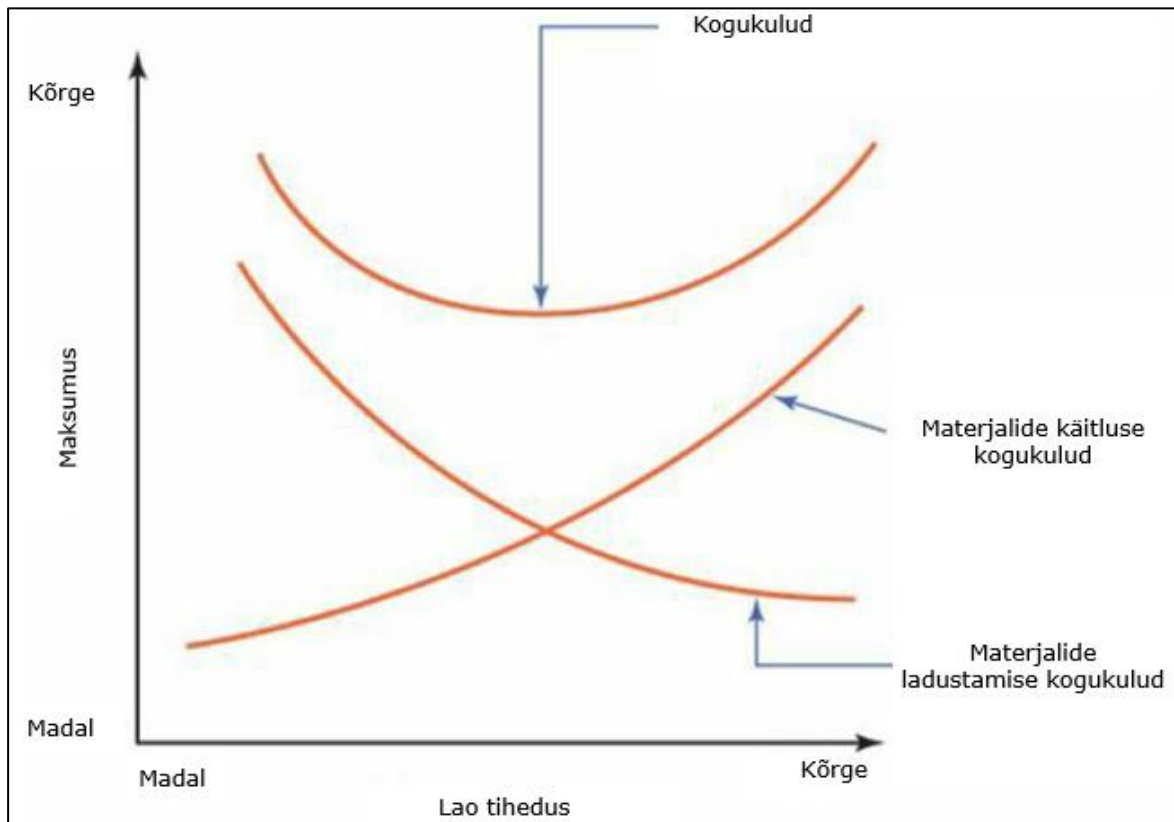
Antud alapeatükis tutvustab autor laoruumiprojekteerimise põhimõtted ja kriteeriume, mida oleks otstarbekas uue lao kujundamisel arvestada. Kirjanduses on võimalik leida kahte erinevat terminit. Esimene neist on kujundus, kavand või projekteerimine (ingl *design*). Teine on paigutus või asetus, asukoha planeerimine (ingl *layout*). Laohoone hoolikast kavandamisest sõltub, kui optimaalselt saab kasutada kogu laoruumi mahtu ja samas pakkuda piisavat kaitset ladustatud kaupadele. (Ackerman, 1997)

Parim laokujundus on see, kus kogukulud on kompromissis materjalide käitluse kogukuludega ja materjalide ladustamise kogukuludega. Materjalide käitluskulud on kõikide materjalide sissetuleku, ladustamise ja väljaminekuga seotud kulud (varustuse-, kahju-, kogumis- ning investeerimiskulud). Materjalide ladustamiskulud on põhiliselt staatilised ja koosnevad maa- ja hoone maksumusest ning kindlustus- ja kommunaalkuludest, mis on välja toodud joonisel 1.5. (Haksever, 2013)

Kembro, Norrman ja Eriksson oma uurimistöös toovad välja laokujunduse ja ressurside põhipunktid, millega peaks arvestama (Kembro, 2018):

- *Füüsiline paigutus/asetus* (dokkide asetus, vahekäikude konfiguratsioon, riiulite sügavus ja kõrgus). Laopaigutuse loomine lõpeb konkreetse plaani kujunduse esitamisega. Laopaigutus on unikaalne ja iga lao ruumi jaoks lahendust tuleb eraldi välja töötada. Põhilised aspektid, mida laopaigutus peaks arvestama on: ruumi maksimaalne ärakasutamine, minimaalne teekond kauba käitlemisel, ladustavatele toodetele takistuseta ligipääs, paindlik toodete paigutuse võimalus ning pidev toodete üle kontroll. Vähemalt viis laotsooni tuleb defineerida ja need

on järgmised: vastuvõtu- ja väljastustsoonid, hoiutsoon, komplekteerimistsoon, haldustsoon (kontor).



Joonis 1.5 Ladustamis- ja käitluskulude lõivsuhted ning lao kogukulu

Allikas: Haksever (2013), tõlgitud autori poolt

- *Ladustamiseseadmed.* Erinevat tüüpi riuleid kasutatakse erineva otstarbe jaoks. Väga tähtis kohe alguses määrata käsitleva kauba iseloom (eripära). Ladustamiseseadmete valikul tuleb lähtuda laos kasutavast tehnoloogiast (manuaalne- või poolautomaatne- või automaatteladu).
- *Käitlemiseadmed.* Sarnasemalt ladustamiseseadmetele on ka käitlemiseadmed laia profiiliga ja tähendusega. Strateegiline otsus lao tehnilise lahenduse osas paneb paika käitlemiseadmete valiku. Käitlemiseadmete valik on väga lai, alatest käsikahvelkärudest kuni iseseisvalt ülesandeid täitva automaattõstukini.
- *Automatiseerimislahendused* (vajadusel konveierid, robotid). Kui materjalivood on muutunud suureks ja kauba iseloom võimaldab, siis kulude optimeerimiseks on mõistlik investeerida erinevatesse konveieritesse ja robotitesse.
- *Infosüsteemid* (laohaldussüsteemi valimine (ingl *WMS – warehouse management system*)). Laohaldussüsteem on laokujunduse lahutamata osa. Laohaldussüsteem aitab hoida kontrolli kõikide laoprotsesside üle. Mõnikord on kogu ettevõtte majandustarkvara üks osa on lao juhtimisosa.
- *Töõjõud ja tegevused* (töötsoonid, vahetustega töötamine)

1.3 Laondus tootmisettevõttes

Iga tegevusvaldkond, kaasa arvatud tööstus, vajavad uusi ja tänapäevaseid ladusid. Lao funktsionaalsete valdkondade järgi saab laod jagada tootmisettevõtete ja hulgikaubanduse ladudeks. (Suursoo, 2016)

Tootmisettevõtte lao vajadused lähtuvad kasutava tooraine, materjalide, komponentide, valmistoodangu iseloomust ja on hulgikaubanduse ladudega võrreldes spetsiifilisemad. Lao planeerimisel lähtutakse toormaterjalide ja komponentide käitlemise eripärast. Sarnasus hulgikaubanduse ladudega on peamiselt valmistoodangu puhul. (Ibid.)

Tootmisettevõtete ladudel on peamiselt neli erinevat rolli (Frazelle, 2016):

- *materjali- ja toorainelaod* – kaubavarud hoitakse tehastes või nende lähedal, kus edu võti on õigeaegne tugi tootmisele;
- *pooltoodete laod* – kaubavarud hoitakse tehastes või nende lähedal, ning toimivad peamiselt puhvritena tootmisgraafikute ja nõudluse vahel;
- *valmistoodangu laod/tootmislaod* – peamiselt hoitakse suur hulk valmistoodangut, mis ootab jaotuskeskustesse saatmist;
- *puhverlaod* - asuvad tavaliselt tootmisladude lähedal ja seal hoitakse hooajalisi varusid ning neid haldab sageli kolmas osapool. Ligi kaks kolmandikku kõigist tootmisladudest on puhverlaod.

Puhverlaod tootmisettevõtetes on mõeldud suurte koguste toormaterjalide hoidmiseks ja seda on vaja pideva tootmisprotsessi tagamiseks. Võib juhtuda, et puhverlaos hoitakse 2-5 kuu materjalide varud. Samas suured materjali varud puhverlaos annavad märku puudulikult toimivast ettevõtte tarneahelast. (Suursoo, 2016)

Tootmisettevõtetes võib olla mitmeid ladusid. Vajadus mitme lao pidamiseks on toormaterjalide ja valmistoodangu eraldamine. Ladude arvukuse määrab ettevõtte tootmise maht. Väikeste tootmisettevõtete eraldi seisvate ladude haldamine võib põhjustada ebatõhust ressursside kasutamist. (Ibid.)

1.4 Varasemad uuringud

Eelmistes alapeatükkides kirjutatu annab selgema arusaamise laonduse rollist tarneahelas. Lao protsessid peavad olema pideva kontrolli all ja optimeeritud. Lao- ja protsessikujundamine on laonduse mõistes esimene etapp, millega tuleb tegeleda. See aitab hoida kulusid kontrolli all, tagab rahuloleva kliendi ja parandab ettevõtte mainet.

Käesoleva töö autor on uurinud varasemalt tehtud lõputööd sarnastel teemadel ning ühtegi samalaadset lõputööd ei ole leidnud. Vaadates varasemalt tehtud teadusuuringuid, avastas autor mitu artiklit, mis on fokuseeritud laokujundamise etapilisele struktureerimisele. Lisaks on leitud õpikud, kus on olemas sarnaselt etapiline kirjeldus uue laokujunduse projekteerimiseks. Hulgaliselt teadusartikleid on suunatud laoprotsesside ja lao paigutuse optimeerimisele. Neid tehtud töid soovib autor tutvustada.

Bart Rouwenhorst koos kaaslastega oma artiklis „*Warehouse design and control: Framework and literature review*“ esitavad ladude kirjelduse koos laoprotsesside, ressursside ja laokorraldusega. Toodi välja vajalikke aspekte lao kujundamisel ja protsesside väljatöötamisel. Soovitati teha strateegilised- taktikalised- ja operatiivsed otsused läbi kolme erineva telje (protsessid, ressursid, organisatsioon). Jõuti järelduseni, et suurem osa kirjandusest on orienteeritud analüüsidele ega tegele mudeli ja tehnika sünteesiga. (Rouwenhorst, 2000)

Sarnaselt Rouwenhorst'ile Peter Baker koos Marco Canessa analüüsivad olemasolevad kirjandust oma artiklis „*Warehouse design: A structured approach*“. Analüüs toimub struktureeritult kujul ning toodud välja laokujunduse põhisammude järjestused ning seosed kirjandusega. Lisaks toovad autorid kirjanduse ja laokujundusettevõtete vastuste põhjal üldised lähenemisviisid ladude paremaks kujundamiseks. Kujundamisetappide järjestust saab muuta ja grupeerida erinevatesse kombinatsioonidesse. Tuuakse välja lahkarvamused kasutatavate tööriistade valimisel ja erinevate alternatiivsete lahenduste vahel. Üldiselt ladude kujundamise metoodika näib olevat eesmärk, mis pole kaugeltki saavutatud. (Baker, 2009)

Jinxiang Gu, Marc Goetschalckx ja Leon McGinnis sarnaselt Baker ja Canessa tegid põhjaliku ülevaate ladude kujundusest, suutlikkuse hindamisest, juhtumianalüüsist. Kõik väited tuginesid kirjandusele ja teadusuuringutele. Järeldati, et suurem osa kirjandusest on keskendunud ladustamise süsteemide analüüsile, mitte nende süsteemide sünteesile. Autorid lõid lao kujundamise mudeli, kus kõik etapid ja protsessid on tugevalt omavahel seotud ning ei saa eksisteerida üksteiseta. Lisaks järeldavad autorid, et lao kujundamiseks peab analüüsima nõuetekohaselt lao töö muutusi. Simulatsiooni tegemisel tööstsenariumite üksikasjalik täpsustamine on märkimisväärne väljakutse. (Gu, 2010)

Oma teadustöös Michal Klodawski kirjeldab logistikaprotsesside kavandamise ja korraldamise probleeme laoruumides. Autor iseloomustas laoprotsesse ja enim levinumaid alaprotsesse. Ning järeldas, et konkreetse strateegia valimine sõltub

tehnilistest ja organisatsioonilistest teguritest. On tutvustatud laondusstrateegia valimise lähenemisviisi. (Klodawski, 2017)

Ladu oma ehituslikust ja operatsioonilistelt parameetritelt on unikaalne ehitis. Kõik sõltub funktsionaalsetest valdkondadest, ettevõtte tegevusalast, toodete spetsiifikast jne. Kitsendusi on palju ja uue lao kujundamisel peab nendega kõikidega arvestama. Samas teadusuuringud viidavad sellele, et ladude kujundamisel on olemas ühine joon. Ka Edward Frazelle ja Alan Rushton oma raamatutes ühtlustavad laokujundus sammu. Lisaks lao kujunduse ühistele sammudele, leiti vähemalt viis ühist laomajandus toimingut.

Baltronic on rahvusvaheline ettevõtte, kelle jaoks kvaliteettoodete tootmine ja maaletoomine on üks põhitegevustest. Tegevusvaldkond nõuab ettevõttelt pidevat arenemist ja klienditaseme hoidmist. Ettevõtte on viimase 10 aasta jooksul kiiresti kasvanud ning materjalivoo kontrollimine on muutunud keerulisemaks.

Tuginedes teadusallikatele analüüsib autor ettevõtte Baltronic hetkeolukorda ning selgitab välja uue lao eskiisi koostamiseks sobivad meetodid. Analüüsitulemustele tuginedes koostab autor uurimisobjekti jaoks laomajandus eskiisi ning pakub välja edasise arenemissuuna.

2. LÄHTEÜLESANNE

2.1 Baltronic OÜ

Baltronic on telekommunikatsiooni valdkonnas tegutsev ettevõte, mis asutati 2001. aastal. Peamiseks tugevuseks on antud valdkonna lai toote- ja teenustevalik, fiiberoptiliste lahenduste tootmine suurtes mahtudes ja pädevate teadmistega meeskond, kes suudab pakkuda igale kliendile just neile vajalikke lahendused. Baltronic on Baltronic Group OÜ liige, kuhu veel kuuluvad Baltronic SIA (Läti, Riia), Baltronic UAB (Leedu, Vilnius) ja Optobit Sweden AB (Rootsi, Stockholm). Baltronic Group OÜ on erakapitalil baseeruv Eestis asuv ettevõte. Baltronic Group OÜ kuulub kaks oma kaubamärki: BALTRONIC™ ja OPTOBIT™.

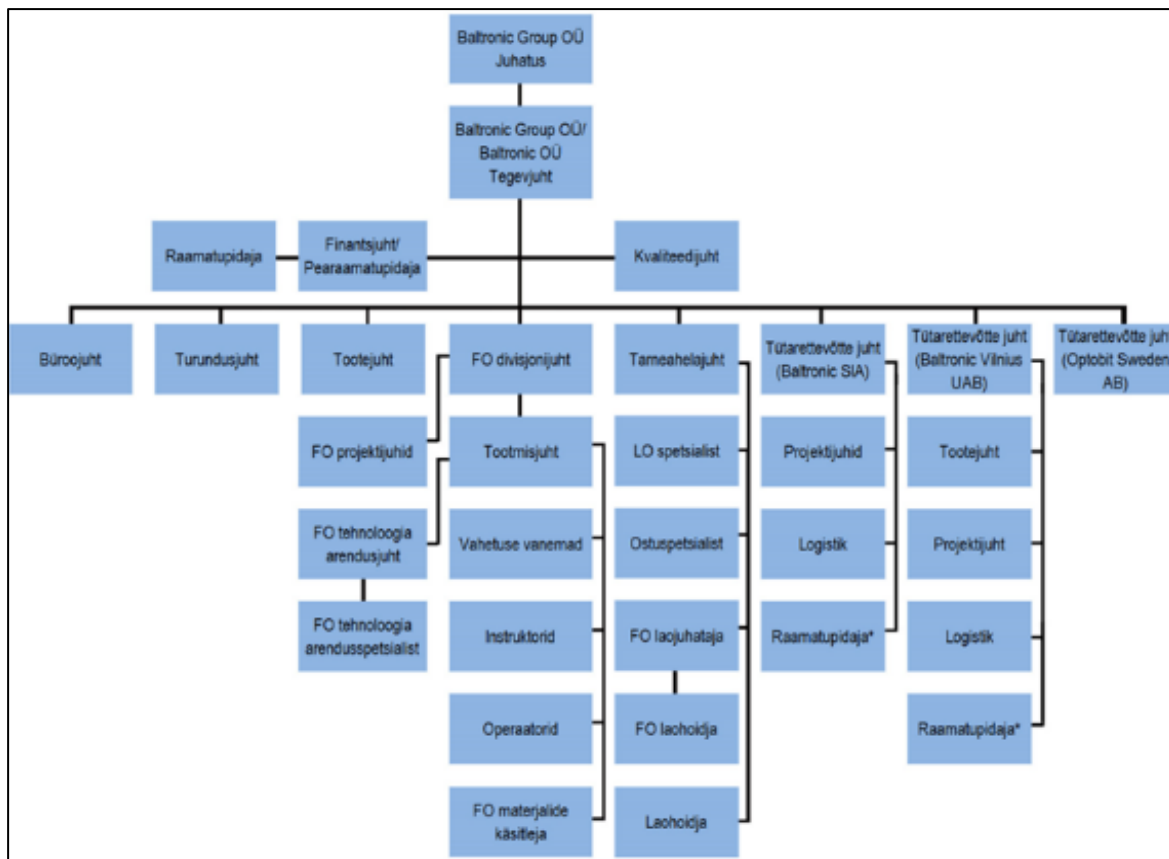
Baltronic kasvuetapid:

- 2001. aastal võeti kasutusele kaubamärk OPTOBIT™, mida kasutatakse kaubamärgina omatoodangu turustamisel.
- 26. juuni 2003 sai Baltronic ISO sertifikaati 9001 ja 14001.
- Aprill 2010. aasta omandas Baltronic Teletekno Balti AS.
- Veebruar 2013. aasta loodi Toronics Inc (Kanada, Toronto).
- Oktoober 2016. aasta omandas Baltronic Inmec Network Technologies AB.

Baltronic missioon, visioon ja väärtused (KKKR, 2020):

- „*Missiooniks on anda oma panus infoühiskonna loomisesse ja arengusse, pakkudes kvaliteetseid lahendusi ja usaldusväärseid koostöövõimalusi.*”
- „*Visiooniks on olla lisaväärtust loov tehnoloogiliste seadmete tunnustatud tarnija, kes toetab infoühiskonna arengut ning energiasäästlikku mõtteviisi. Olla usaldusväärne koostööpartner, keda iseloomustatakse sõnadega „paindlik” ja „kvaliteetne.”*”
- „*Väärtused: partnerlus, usaldusväärsus, kompetentsus, meeskonnatöö, paindlikkus.*”

Oma tootmise mahust on Baltronic suurim fiiberoptiliste lahenduste tootja Baltikumis ja Skandinaavias. Jaanuar 2020. aasta seisuga töötas Baltronic'us põhikohaga 50 töötajat, neist 40 on tootmistöötajat. Kokku Baltronic Group kontsernis jaanuari 2020. aasta seisuga töötas 62 inimest. Kelle põhitegevusvaldkondadeks on: juhtimine, administreerimine, müük, turundus, teenindus, tootmine, logistika- ja laoteenused, kvaliteedi- ja keskkonnajuhtimine. Baltronic Group OÜ struktuur on välja toodud joonisel 2.1.



Joonis 2.1 Baltronic Grupi OÜ struktuur

Allikas: Baltronic Group OÜ (2020)

Tabelis 2.1 on näidatud olulisemad Baltronic viimase kolme aasta majandusnäitajad. Viimase aasta müügitulu vähenemine põhjustatud 5G võrgu ehitamise peatamisega Eesti Vabariigis. (BMA, 2020)

Tabel 2.1 Baltronic majandusnäitajad, eurodes

Näitaja	2017	2018	2019
Müügitulu	9 564 958	8 262 705	7 399 007
Aruandeaasta kasum	351 754	331 711	137 496
Varud	4 089 917	4 327 615	4 668 204
Omakapital	3 437 293	3 769 004	3 906 500

Allikas: Baltronic majandusaasta aruanded (2020)

Baltronic tegevus keskendub järgnevatele tootegruppidele (KKKR, 2020):

- telekommunikatsiooni ja traadita sidevõrkude komponentidele ja tarvikutele (antennid, antennivõimendid, filtrid, jagajad, pistikud, kaablid, kaablikinnitusklambrid);

- fiiberoptiliste ja vasest sidevõrkude komponentidele ja tarvikutele (kaablid, adapterid, jaotuspaneelid, ühendusmuhvid, aktiivseadmed);
- fiiberoptilistel ja vaskkaablitel põhinevate sidelahenduste toodetele (oma tootmine);
- mikrotoru ühendustele ja passiivsete markeritele;
- test- ja mõõteseadmetele;
- toitesüsteemidele ja akudele.

Baltronic poolt pakutavaid tooteid kasutavad (Ibid.):

- telekommunikatsiooni sideoperaatorid;
- elektroonikatööstus;
- kaitseväe- ja tsiviilvõrgud;
- tegevusvaldkonna paigaldusfirmad;
- energeetika- ja tööstuselektronika ettevõtted.

2.2 Laomajanduse hetkeolukord

Baltronic Group OÜ peakontor asub Tallinnas, samas kohas asub ka Baltronic kontor, tootmine ja laod. Lätis, Leedus ja Rootsis asuvad harukontorid ning laod, mis on mõeldud põhiliselt ristlaadimiseks (ingl *cross-docking*). Edaspidise olukorra kaardistamiseks ja probleemi struktrueerimiseks vaatleb ning analüüsib autor Baltronic andmeid ja hetkeolukorda.

Alatest september 2007 on Baltronic kasutusel majandustarkvara *Microsoft Business Solutions – Navision versioon 4.00 SP3* (edaspidi Navision). Navision võimaldab koondada ühte kohta kõiki ettevõtte tugiprotsessid: finants- ja inimressursijuhtimist, kauba ressursi planeerimist, klientidele pakkumiste ettevalmistamist ja ärasaatmist, kauba arvele võtmist ja laomajanduse haldamist (seeria numbrite loomine ja jälgimine, laoseisude-, kauba liikumise-, inventuuride haldamist), tootmiskomponentide planeerimist ja aruannete koostamist. Majandustarkvaraga töötavad finants-, müügi-, tootejuhtimise-, tootmise- ja logistika osakonna töötajad.

Baltronic visioonis ja väärtustes esineb sõna "paindlikkus", mis selgelt viitab tähtsusele pakkuda klientidele ja lõpptarbijatele just selliseid tooteid, mida nad ootavad. "Usaldusväärsus" ja "kvaliteet" viitavad aga telekommunikatsiooni valdkonnas väga tihedale konkurentsile. Selle mõtteviisiga pakub Baltronic väga laia tootevalikut oma klientidele, tootmine töötab tõmbe (ing *pull*) põhimõtte järgi. Omatoodete nimetuste arv aastal 2019 oli üle 2000 laoühikut. Kokku 2019. aastal aktiivsete toodete hulk ületas 4000 laoühikut. Umbes 34% toodetest toodetakse ja kasutatakse ainult ühel korral.

Tooted jagunevad kuute suurte gruppi:

- traadita võrgutooted;
- kiudoptilise- ja vaskvõrgu tooted;
- test- ja mõõteseadmed;
- toitelahendused;
- telefonivõrgu tooted;
- muud.

Need omakorda jagunevad 25 alagruppi, mis omakorda jagunevad veel 287 alagruppi.

Baltronic juhtkond on teinud strateegilise otsuse, et omatooteid ja toormaterjale tuleb ise käsitleda, sest selleks on olemas vajalikud oskused ja ressursid. Lisaks kauba hoidmine otseselt tootmise kõrval vähendab tootmisseisakute ohtu. Lao olemasolu tarneahelas on üks võtmekomponente ning lahutamata osa ja seda on kujundatud ning opereeritud kooskõlas Baltronic tarneahela erinõuetega. Arvesse on võetud, et laod on üks kulukam tarneahela element, nende edukas haldamine on kriitiline kulude ja teenuse osas.

Baltronic laomajanduslikud protsessid on kujunenud aastate jooksul. Põhi laotoimingute ja materjalivoo käitlemise protseduurid on kaardistatud ettevõtte poolt ja ISO sertifikaati 9001 on üks lahutamata protseduur EP 802 „Materjalide ja toodete käsitus“. Vaatamata sellele, et protseduur igal aastal üle vaadatakse ja täiendatakse, ei kirjelda protseduur Baltronic kõiki laomajanduse korraldusi.

2.3 Probleemi struktureerimine

2.3.1 Ladude füüsiline jaotus

Baltronicul on kaks laoruumi ja üks väliplats. Ladude jaotus on järgmine:

- Veerenni 52 ladu (edaspidi Veerenni ladu). Ladu asub otseselt tootmise kõrval ja osaliselt tootmise ruumides. Lao suurus on 222 m² ja asub läbi kahe korrust. Korruste vahel kaupade liigutamiseks kasutakse tõstelava. Antud lao funktsioonid on väikegabariidiliste toormaterjalide ja vahendustoodete käitlemine, kaabli kerimine, valmistoodangu lühiajaline hoiustamine ja klienditellimuste väljastamine.
- Liivalao 18 ladu (edaspidi Liiva ladu). Ladu asub 6 km kaugusel Veerenni laost. Lao suurus on 400 m². Lao funktsiooniks on telekommunikatsiooni ja traadita sidevõrkude komponentide ja tarvikute käitlemine ja hoiustamine, suurte gabariidiliste toormaterjalide (kaabli trumlid) ja vahendustoodete hoiustamine ja käitlemine. Lisafunktsiooniks on ristlaadimine.

- Veerenni 50 väliplats (edaspidi väliplats). Platsisuuruseks on 200 m². Platsi asukoht on peamaja kõrval. Platsil käideldakse suuri, alatest K16 kuni K22, kaabli trumleid, mis tootja poolt lubatud hoiustada välitingimustes.

Ladude põhiandmed on väljatoodud tabelis 2.2. Lisaks on olemas virtuaalsed laod, neid on kokku 20. Nende jaotus on tehtud parema materjalivoo jälgimiseks ja käitlemiseks. Näiteks Veerenni laos hoitakse tootmiseks vajalikud toormaterjale ja abimaterjale, valmistoodangut ja tootmises olevaid materjale.

Tabel 2.2 Ladude üldised parameetrid võrdlusena

Veerenni ladu	Liiva ladu	Väliplats	KOKKU
Suurus (m²)			
222	400	200	822
Aluste kohti (EUR standart, tk)			
71	215	0	286
Aluste kohtade mahutavus (m³)			
117,14	333,24	0	450,38
Peenkaubariidid (jooksevmeeter)			
52	2	0	54
Peenkaubariidite pindala (m²)			
156	6	0	162
Peenkaubariidite mahutavus (m³)			
53,6	2,64	0	56,24
Trumlite kohti (tk)			
10 (põrandal)	9 (riuli koht)	56 (K18-K20)	75
Töötajate arv			
2	1	0	3

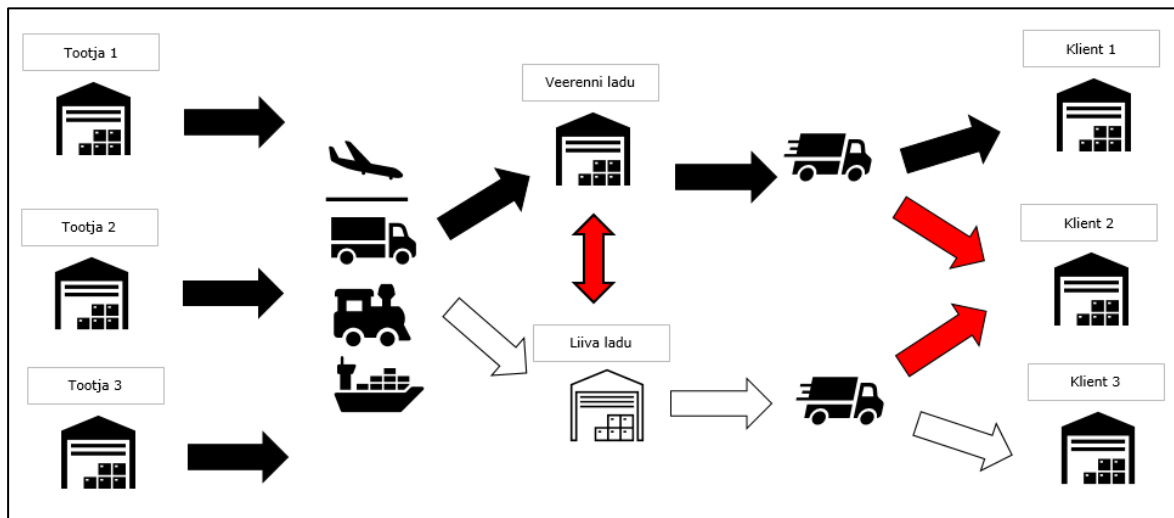
Allikas: koostatud autori poolt

Igapäevases töös on probleemiks kaupade roteerimine füüsiliste ladude vahel. Puudub kontrollmehhanism selle üle, mida, kui palju ning mis ajaks oleks vaja. Tavaliselt avastatakse puuduv kaup komplekteerimise käigus või kui tootmisülesande alguses jääb osa komponente puudu.

Teiseks probleemiks on tarnijatelt saabuvate kaupade jõudmine valesse lattu. Kaupade ümberpaigutamine on ajakulu nõudev. Veerenni lao õige varustuse puudus ei võimalda teatud kaubagruppide mahalaadimist. Lisaks arvestades lao ruumi vähesust ei võimalda ladu hoiustada koguseliselt palju kaupa. Näiteks üle kümne kaubaaluse mahalaadimine ja paigutamine on tõsine probleem, mis häirib lao tavapärast toimimist.

Kolmandaks probleemiks on ühele kliendile kaupade tarded erinevatest ladudest. Praegu toimuvad sellised tarded kas eraldi tarnetena või konsolideeritakse kaup ühes või teises laos ja alles siis saadetakse kliendile ära. Esimese variandi puhul toimub logistika osakonna kulude kasv ning kliendid ei pruugi olla sellise lahendusega rahul (ehk klienditaseme langus). Teise variandi puhul kulub rohkem aega ja see omakorda

mõjutab klienditaseme langust. Alloleval joonisel 2.2 on välja toodud Baltronic sisemise materjalivoo ebatõhuse ressurside kasutamine probleemsetes kohtades.



Joonis 2.2 Baltronic sisemise materjalivoo probleemset kohad

Allikas: koostatud autori poolt

Kõik kolm probleemi näitavad ebaratsionaalset ressurside ja ajakasutamist, mis omakorda suurendavad logistikaosakonna koormust, kulusid ja vähendab klienditaset. Need omakorda nõrgestavad ettevõtte positsiooni konkurentsiturul.

2.3.2 Laomajanduse korraldus

Laomajanduse töökorraldus on välja töötatud ja integreeritud olemasoleva majandustarkvaraga aastast 2007. Paljud protsessid on tänapäevaks aegunud. Vaatamata sellele, et kõikide toodete liikumise ajalugu on võimalik tagasiulatuvalt kontrollida, puudub ladude töökorralduses läbipaistvus. Ladude töö tõhusus sõltub lao eest vastutava töötaja teadmistest ja pädevusest.

Praegu toimub kaupade hoiukohtade paigutamine vastavalt laotöötaja soovile. Enim levinud on hoiustada kaup gruppide kaupa. Kindel kauba hoiuasukoht ei ole teada vaid on teada asukoha ala, kus üks või teine kaup võib asuda. Enim levinud tooted paigutatakse kindlatele kohtadele. Ülejäänud tooted paigutatakse sinna, kus parasjagu on vaba ruumi.

Lisaks puuduvad laos hoiukohtade aadressid, mis aitaksid jälgida kaupade hoiustamise asukohti. See omakorda raskendab kaupade tuvastamist ja komplekteerimist. Ainult lao vastutav suudab suhteliselt täpselt leida õige toote suhteliselt lühikese ajaga.

Laoruumi puudus ja laotöötajate mitte kompetentsus nõuab toodete paigutamist vahekäikudesse ja peakoridori. Kaup hoiustakse komplekteerimiskärudel ja põrandal. Lisaks riulitel erinevad laoshoitavad ühikud ladustatud üksteise peale.

2.3.3 Majandustarkvara

Varasemalt oli mainitud, et praegu kasutatav majandustarkvara integreeriti ettevõttes 2007. aastal. Majandustarkvaral on olemas integreeritud laomoodul, mis peaks võimaldama heal tasemel juhtida laomajanduskorraldust. Laomoodul jälgib kauba liikumist, toimingud laos, võimaldab läbi viia inventuurid. Lisaks määrab jälgimiseks partii numbrid. Olemas komplekteerimis skannersüsteemi integreerimise võimekus.

Kahjuks jäi majandusprogrammi laomooduli täisvõimekuse kasutamisele võtmine poolikuks. Kasutusele sai võetud põhiversioon, võimaldab jälgida kauba liikumist ja partii jälgimist. Kõik lisavõimalused, mis aitaksid tõhusaks optimeerida laotööd, on jäänud integreerimata. Praeguseks on suhteliselt võimatu teha laomoodulis muudatusi ja integreerida kolmandaid seadmed (komplekteerimis skanner), sest programmeerimiskeel on muutunud, koodide kirjutamine on problemaatiline ja ei ole majanduslikult otstarbekas.

Majandustarkvara kitsaskohaks on ka informatsiooni poolikult täitmine ja/või muutumiste korral tegemata jätmine. Magistritöö koostamisel leidis autor kaubakaartide informatsiooni puudulikkust. Toote kaal on pooltel toodetel jäänud sisestamata, mõõtude dimensioonid puuduvad. Tellimuste lähetamisel ja kaupade vastuvõtul on jäetud sisestamata pakendi tüübid, saadetiste kaalud ja mahud. Kõigest 38% lähetatud saadetiste kohta oli lisatud logistilised dimensioonid ning see oli seotud sellega, et tellimused olid mõeldud ekspordiks. Lattu sissetulevate saadetiste statistika oli täpsem, informatsioon oli pakendi tüübi, koguse ja kaalu kohta 58%.

Kui majandustarkvara andmed ei ole sisestatud korrektselt või täielikult, ei ole võimalik täismahus teha laomajanduse toimingute kohta aruanded. Puudulike andmete pärast ei ole võimalik määrata tulemuslikke võtmenäitajaid.

2.4 Uurimisülesanded

Aastast 2001 on möödas 19 aastat, millal võeti kasutusele OPTOBIT™ kaubamärk tol hetkel oli omatoodangu osakaal kogu ettevõtte käibest 25%. Aastast 2010, kui EMT avas esimest 4G testvõrku, oli Baltronic üks põhipartneritest kõikidele sideoperaatoritele. Baltronic sai pakkuda kõiki põhikomponente alatest antennidest lõpetades kinnitusklaambriteni. Sel ajal oli fiiberoptiliste lahenduste tootmine (edaspidi

FO) pigem tugiosakond ja strateegilise tähtsusega oli telekommunikatsiooni ning traadita võrgu osakonnad (edaspidi ALP). Mida aeg edasi seda suuremaks on kasvanud FO osakond. 2019 aastaks, kui 5G võrgu kasutusele võtmine on Eesti riigis peatatud, oli FO osakonna omatoodangu ja vahendustoodete müügikäive vähemalt 50% kogu Baltronic käivest. Protsessid on läinud keerukamaks, toodete nomenklatuur muutunud laiemaks. Nendel põhjustel otsustas Baltronic juhtkond ehitada endale uue tootmismaja koos oma laoga ja kontoriga.

2020 aasta Baltronic eesmärgid on tugevdada oma turupositsiooni, võita tähtsamaid tenderid ning ületada 2019 aasta müügitulu. Lisaks soovib juhtkond näha paremat materjalivoo juhtimist. Tugevdada analüüsi seosed ostu ja müügi vahel ja suurendada kontrolli kulude üle. Muuta tarneahelat läbipaistvaks, võimaldada kontrollida materjalivoo ja sellega seotud kulud kõikides tarneahela etappides. Laondus kui tugiprotsess, peab pakkuma ettevõttele tõhusat ja veatut teenindust.

Magistritöö uurimisprobleemiks on, et ettevõtte laomajandus ei ole korraldatud terviklikul moel. Laomajanduse korraldus ei ole selgelt lahti kirjutatud ning selle defineerimine vajab selgitamist. Tööprotsessides ei kasutata vajalikku inventari, mis aitaks kokku hoida tööaega materjalide vastuvõtul, komplekteerimisel ja väljastusel. Olemasolev majandustarkvara nõuab palju käsitsi andmete sisestamist ja vajab uuendamist. Ettevõttel puudu laomajanduse korralduse tulemuslike näitajate mehhanism, mis aitaks jälgida ladude tõhusat toimimist. Igal kuul kontrollitakse ainult kauba ringluskiirus, laoseisu ja seisma jäänud kaupade mahtu.

Magistritöö uurimiseesmärgiks on välja töötada terviklik laokujunduse eskiisi Baltronic jaoks. Eskiisi juurde kuuluvad hea tava kohaselt järgmine laomajanduse korraldus:

- laovarude käitlemise funktsioonide ja abiprotsesside kaardistamine;
- materjalivoo diagramm (materjalivoo analüüs);
- lao paigutusplaani väljatöötamine;
- lao seadmete valik;
- majandusliku efekti analüüs.

3. METOODIKA

3.1 Uurimisstrateegia

Käesoleva magistritöö uurimisstrateegiaks on juhtumiuuring, mille uurimisobjektiks on Baltronic. Juhtumiuuring on väga levinud meetod meditsiinis ja ärimaailmas (Virkus, 2010). Juhtumiuuringu meetodi tugevuseks on võimalus tabada kontseptuaalsed arengud, pakkumata kohe välja laiapõhjalist teooriat. Lisaks on meetodil võime analüüsida küsimused „Miks“ ja „Kuidas“ (Kotzab, 2006). Autor soovib oma töös leida vastused küsimustele kuidas töötada välja terviklikku laokujundust ning kuidas määrata laomajanduse funktsioone, mis on välja toodud tabelis 3.1.

Tabel 3.1 Uurimiskava

Valdkond	Uurimisküsimus	Andmete kogumis- ja analüüsimeetod	Töö osa
Laokujundus	Millised on ärinõuded ja kujundamispääringud?	Intervjuud	Ptk 2, 3, 4
	Kuidas kujundada sisemist asetust?	Tekstianalüüs	Ptk 3
	Kuidas valida ladustamisseadmete tüüpe?	Tekstianalüüs	Ptk 3
	Kuidas valida ladustamisseadmete kogust?	Tekstianalüüs + andmeanalüüs	Ptk 3, 4
Materjalivoo	Millised andmed on vaja laokujundamise planeerimiseks?	Tekstianalüüs + andmeanalüüs + intervjuud	Ptk 1, 2, 3
Kombineeritud	Kuidas määratleda laomajanduse funktsioone?	Tekstianalüüs	Ptk 1, 3
	Kuidas hinnata laokujunduse paindlikkust?	Ekspert hinnang	Ptk 4
Finants	Kuidas hinnata projekti majanduslikku efekti?	Tekstianalüüs + andmeanalüüs	Ptk 3, 4

Allikas: koostatud autori poolt

Selleks, et uuritav objekt oleks võimalikult hästi uuritav, on võetud kasutusele kombineeritud kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid meetodeid. Hetkolukorra kaardistamiseks kasutab autor Baltronic majandustarkvarast võetud esmaseid kvantitatiivseid andmeid, struktureerib ja analüüsib MS Excel programmis ning nende põhjal esitab struktureeritud materjalivoo diagrammi. Seega peamiselt kasutab autor kvalitatiivset meetodit.

Laokujunduse eskiisi loomiseks ja selle paindlikkuse analüüsiks kasutab autor teaduslikku teavet ja ekspert hinnangu kinnitust. Ekspert hinnangu jaoks valib autor laomajanduse valdkonnas tegutseva eksperti, kellel on lisaks ka vastav haridus. Esmase

informatsiooni saamiseks kasutab autor poolstruktureeritud intervjuud, kus vastused on antud vabas vormis. Kokku viidi läbi intervjuud kahe inimesega. Puuduolevate andmete saamiseks teostab autor inventuuri. Inventuuri käigus külastab autor ettevõtte ladusid ja mõõdab seal olevad kaubad ja ladustamiseks vajalikud pinnad.

3.2 Bakeri ja Canessa struktureeritud lähenemisviis

3.2.1 Lähenemisviisi sisu

Antud alapeatükis tutvustab autor lähemalt Peter Baker ja Marco Canessa uurimistöö „*Warehouse design: A structured approach*” ning selgitab välja, miks otsustas kasutada nende lähtekohti oma magistritöö probleemi lahendamisel.

Iga ladu on ehitis unikaalse lahendusega. Vaatamata laonduse olulisusele, ei ole praegu ladude kujundamiseks ühist akadeemilist metoodikat välja töötatud. Peter Baker ja Marco Canessa suutsid oma uurimustöös struktureerida teaduskirjandusest võetud lao kujundusetappide teooriat ja ekspertpraktikutega kinnitasid üldist lähenemisviisi. Ekspertpraktikud panustasid ka lisades tööriistu igale laokujunduse etapile, mida praktikas kasutatakse. (Baker, 2009)

Kajastamist aga ei leidnud seadmete hange/tender, laohoone ehitamine, laoinventari paigaldus, lao projekteerimine ja projektijuhtimine. (Ibid.)

Esimeseks sammuks oli kirjanduse otsimine ja selekteerimine. Uurimist viidi läbi kasutades raamatukogu võimalust ja elektroonilisi andmebaase (sealhulgas: *EBSCO Business, Science Direct*). Otsitavad võtmesõnad olid: „jaotuskeskus”, „rajatis”, „materjali käitlemine”, „tehas”, „ladu”, kombineeritult „kujundus”, „paigutus” ja „toimingud”. Seejärel laiendati otsingud pealkirjade, eessõnade ja kokkuvõtete järgi, mis võimaldas juurdepääsu lõplikele raamatutele ja uuringute nimekirjadele. Peale kirjanduse kinnitamist jagati nimekiri kaheks grupiks: need, mis käsitlesid laokujunduse etappe ja need, mis käsitlesid konkreetseid tööriistu ja tehnikat. (Ibid.)

Selleks, et teha kindlaks antud raamistiku toimimist, võeti ühendust 12 laokujundusettevõttega. Üksikasjad märkuste saamiseks saadeti elektroonse postiga ja vastused tulid seitsmest ettevõttest. Neid vastuseid kasutati raamistiku täpsustamiseks.

Kui teaduslik kirjandus oli uuritud, artikli autorid struktureeritud, tulemused tabelisse kantud, tehti järeldused (Ibid.):

- enamik lähenemisviise järgib siiski ühte ja sama mudelit
- lähenemisviisid ei ole aja jooksul oluliselt muutunud

- kinnitust sai, et ladude kujundamine on väga keeruline
- ülesande lahendamine toimub etapiviisil
- etapid on omavahel seotud ja iga etapp on vajalik
- ei ole võimalik määrata „optimaalset“ lahendust, sest igal etapil on palju variante

Ladude kujundamisdisainerid kasutavad projekteerimiseks mitmesuguseid tööriistu. Enam kui pooled vastanud kasutasid laokujundamiseks järgmisi tööriistu (Ibid.):

- tabelarvutussüsteemi andmete analüüsimiseks
- tabelarvutussüsteemi seadmetüüpide otsustamiseks
- ametlikud arvutustabelimudelid seadme mahu ja koguste arvutamiseks
- arvutipõhist kujundamistarkvara (ingl *computer-aided design software – CAD*) asendusplaanide joonistamiseks
- simulatsioonitarkvara laokujunduse hindamiseks

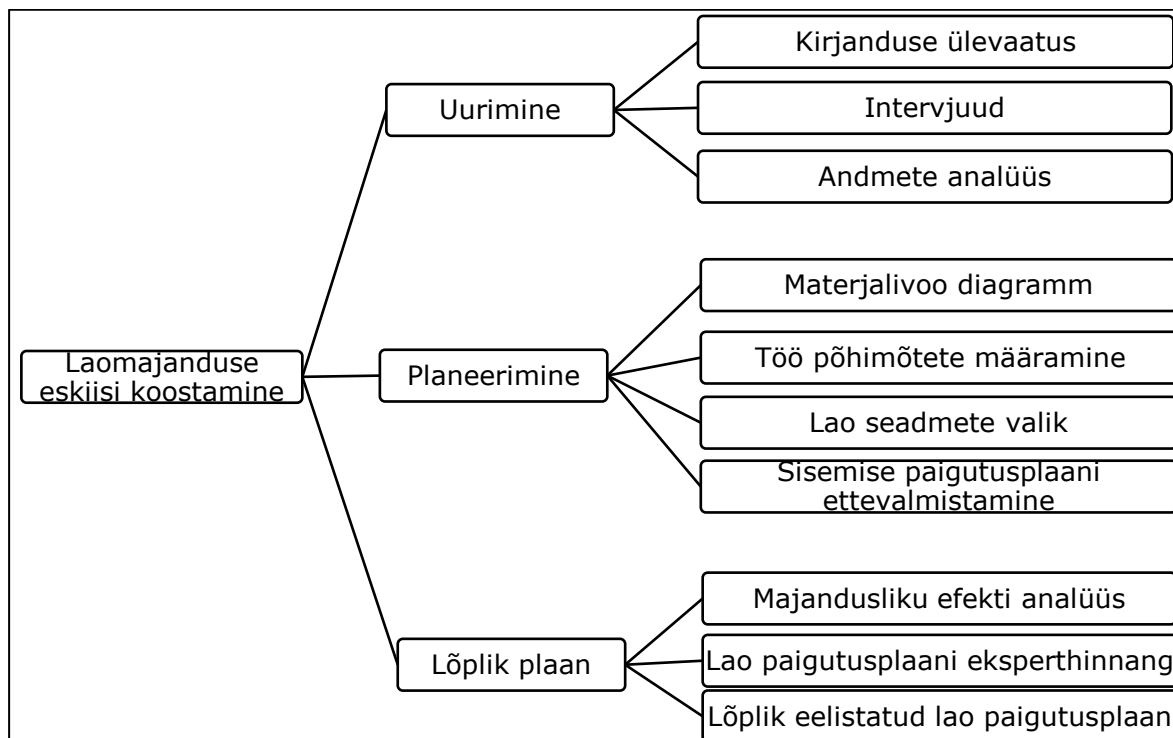
Peale põhjaliku kirjanduse analüüsi ja laokujundusdisainerite vastustega kokku viimist, esitasid artikli autorid kavandatud raamistiku, selgituseks lisasid nad peamiselt kasutatud tööriistad ja viited kirjandusele. (Ibid.)

Kavandatud raamistik koosneb 11 punktist (Ibid.):

- *Süsteeminõuete defineerimine* – tuleb teha kindlaks lao roll tarneahelas, millest tuleb nimekiri laorollidest (näiteks ristlaadimine) ja -funktsioonidest (näiteks ladustamine).
- *Andmete defineerimine ja hankimine* – andmete hankimine on tähtis materjalivoo ja mahtude analüüsiks. Andmeid on vaja selleks, et kavandada tulevast nõudmist ja mahtu. Seega tavaliselt kogutakse andmeid baasaasta kohta ning kohandatakse vastavalt äriplaani kavandamisperioodile.
- *Andmete analüüs* – on erinevad mudelid välja pakutud. Põhilised andmed mida analüüsitakse on: kliendi tellimuste profiil, toote tegevuse profiil, varude profiil, kalendripäeva profiil, laoprotsesside profiil, investeeringu profiil.
- *Kasutatava laadimisühiku loomine* – üks raskemaid protsesse, mida pole siiani tehtud. Tavaliselt kehtestatakse tuginedes kujundaja teadmistele.
- *Tööprotseduuri ja meetodi määramine* – lai tehnikate valik on kasutusel: lao tsoneerimine, tehnoloogia hindamise diagrammid, kontseptsioonikogu ja standartsed tööprotsessid. Selles etapis tehakse kindlaks, millisteks tsoonideks peaks ladu jaotama.
- *Seadme tüüpide ja omadustele mõtlemine* – otsuste tegemiseks kasutakse samuti paljusid erinevaid tehnikaid: otsuspuud, maatriksid, SCOR hinnang ning faktoranalüüs.

- *Seadmete mahu ja koguse arvutamine* – selles punktis võetakse arvesse eelmiste punktide arvutamise tulemused, mis põhinevad materjalivoogudele ja lao toimivusstandardile.
- *Lisateenuste ja abioperatsioonide määratlemine* – pole ühtegi metoodikat, mis kirjeldaks seda etappi, see tugineb laokujundaja kogemustele.
- *Võimaliku lao paigutusplaani ettevalmistamine* – seda peetakse põhietapiks ning kirjanduses leidub palju lähenemisviise kujundamise sõnastamiseks, kuid on mõeldud rohkem kogenud laokujundaja abistamiseks, optimaalse paigutuslahenduse pakkumise asemel.
- *Kujundamise hindamine* – selles etapis kontrollitakse lahenduste operatiivsust ja tehnilist teostamist läbi kapitali- ja tegevuskulude hindamise. Suurem osa lao kujundajatest, disaineritest kasutavad simulatsioone tarkvara lahendusel.
- *Lõpliku kujundamise valimine* – põhimõtteliselt kõigi ülalnimetatud etappide kokku viimine ühtseks kujunduseks.

Eeltoodust lähtuvalt saab magistritöö uuringut jagada kolmeks etapiks: a) uurimine; b) lao planeerimine; c) kujundamise lõplik valimine. Joonis 3.1 näitab põhietapid ja alaetapid.



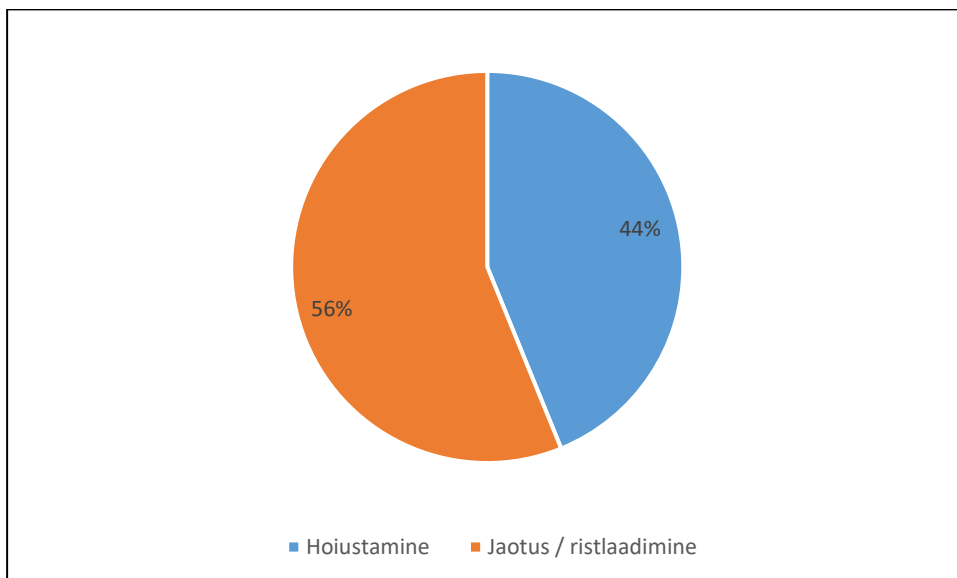
Joonis 3.1 Uurimuse disain
Allikas: koostatud autori poolt

3.2.2 Süsteeminõuete defineerimine, ärinõuded ja kujundamispiirangud

Tiheda konkurentsi tingimustes, kus kliendid ootavad viivitamatut kaubatarnet, vajavad tootmisettevõtted toormaterjalide, pooltoodete või valmistoote hoiukohta. Ladu on keeruline ehituslik konstruktsioon teatud struktuuri ja funktsioonide täitmiseks. Materjalide voo korraldus ladudes mõjutab kogu tarneahelas olevate kulutuste ja varude taset.

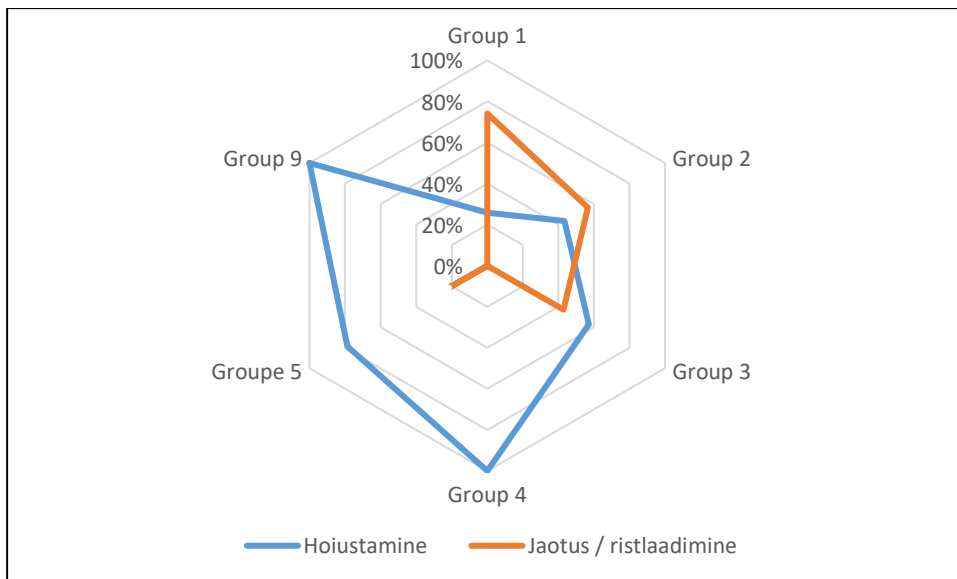
Arvestades esimeses peatükis vaadeldud ladude mitmekesisust ja laia klassifitseerimist, defineerib autor Baltronic tulevast ladu järgnevalt. Tulevane ladu on kinnine ühekorruseline ehituslik objekt madala laega kuni 10 meetrit. Tegevuse ulatuse järgi on tegemist kohaliku laoga, mis on mõeldud teenindama omatootmist ja Eesti kohalikke kliente. See ei välista olla mõningate tootegruppide puhul regionaalne ladu, arvestades Baltronic kuulumist Baltronic Group OÜ koosseisu.

Oma funktsionaalsuse järgi ühendab ladu: tootmis-, hoiu-, jaotusladu ning ristlaadimiskeskust. Järgnevatel joonistel (joonis 3.2, 3.3) andmete analüüs näitab, et 56% laos hoitavatest ühikutest liikus samal päeval välja või paigutati ajutisele hoiukohale. Arvestades materjalivoo andmeid, on lao funktsionaalseks eesmärgiks tootmismaterjalide hoiustamine, ühitamine ja konsolideerimine, jaotus ning pikaajaline hoiustamine (sesoonsuse ühtlustamiseks).



Joonis 3.2 Kauba hoiundamise jaotus

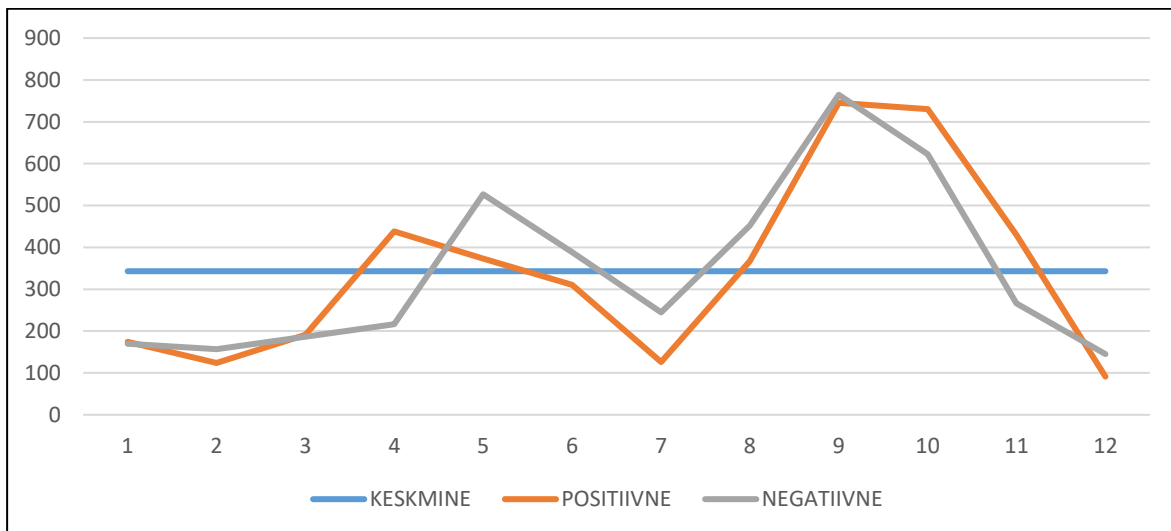
Allikas: koostatud autori poolt



Joonis 3.3 Kaubagruppide jaotus

Allikas: koostatud autori poolt

Materjalivoo järgi jaguneb ladu peamiselt kolmeks suureks rühmaks: tooraine, valmis- ja vahendustooted. Arvestades ettevõtte tegevusvaldkonda, esineb materjali nõudluses ka sesoonsust (piigid). Nad on mõõduka pikkusega (1–2 kuud) ning piik võib ületada kahekordselt kuu keskmist materjalivoo. Nõudluse kasvu ajutiseks rahuldamiseks peab tulevases laos olema reservruumi, kuna piikide mõju kestab mitu kuud. Joonisel 3.4 on illustreeritud materjalivoo maht.



Joonis 3.4 Materjalivoo maht

Allikas: Koostatud autori poolt

Uue lao ehitamine on pikaajaline investeering. Ehitise amortisatsiooniperiood on sageli 20 – 25 aastat ja seadmete kulumine umbes 5 - 10 aastat. Mõnikord kohustuste vähendamiseks on võimalik kaaluda hoone või seadme rentimist. Laokujundus peab

olema paindlik ja arvestama ärietsenaariumi võimalike muutustega. Seega tuleb pöörata tähelepanu ärietsenaariumi täpsemale kavandamisele ja selgitama välja kõige tõenäolisemad tulevikuvõimalused. (Rushton, 2014)

Autor jätab investeeringu analüüsi vahele, sest uue hoone ehitamise otsus (investeermis-otsus) on omaniku poolt juba tehtud.

3.2.3 Andmeallikad

Põhiandmete defineerimine ja hankimine on põhivõti laokujundamise läbiviimiseks. Kättesaadavad on viimaste kuude ja ka aastate andmed, kuid ladu tuleb kavandada tulevaste kasvuprognoside järgi. Seega tuleb andmeid kohandades kajastada tõenäolisi muutusi (äri kasv, muutuv klientide nõudlus ja konkurentsiturul). Baltronic kohta andmed on võetud ettevõtte majandustarkvarast 2019. aasta kohta. Antud aasta peegeldab ettevõtte tegevusvaldkonna nõudlust ja materjalivoo mahtude võnkumisi. Rushtoni poolt esitatud valikutest kasutab autor järgmiseid andmeid:

- *Tooted* – iga tootesarja kohta – kokku arvestatud 4192 lao ühiku nimetust
 - tooterühm – tooted on jaotatud 6 peagruppi, 25 alagruppi ning 287 alagruppi;
 - läbilaskevõime – ühiku-, kasti-, aluse-, trumli- ja kuupmeetri kohta;
 - läbilaskevõime rahalises ekvivalentsis;
 - hooajalisus;
 - varude ringluskiiirus (keskmine ja tippudel);
 - tellimisriidade arv.
- *Tellimuse omadused*
 - tellimisprofiil - ridu tellimuse kohta ja ühikuid tellimisrea kohta;
 - tellimissagedus - aastaaja, nädala, päeva;
 - tellimisriidade arv iga toote ühiku kohta korje sageduse tuvastamiseks.
- *Laotoimingud*
 - teostatavad põhilaotoimingud.
- *Kuluandmed*
 - üür;
 - palgad ja lisatasud;
 - seadmete kulud, amortisatsiooni reeglid, hoolduskulud.

Vajalike ja täpsete andmete hankimine on paljude ettevõtete jaoks raskendatud. Põhiliselt on seotud see vananenud majandustarkvaraga ja baasandmete puudusega (mitte korrektselt täidetud). Puudulike andmete saamiseks peab kasutama teisi meetodeid: inventuur, dokumentide kontrollimine, protsesside kaardistamine (mõõtmine), prognoosipõhiline projektsioon ja ekspertide intervjuerimine. Antud

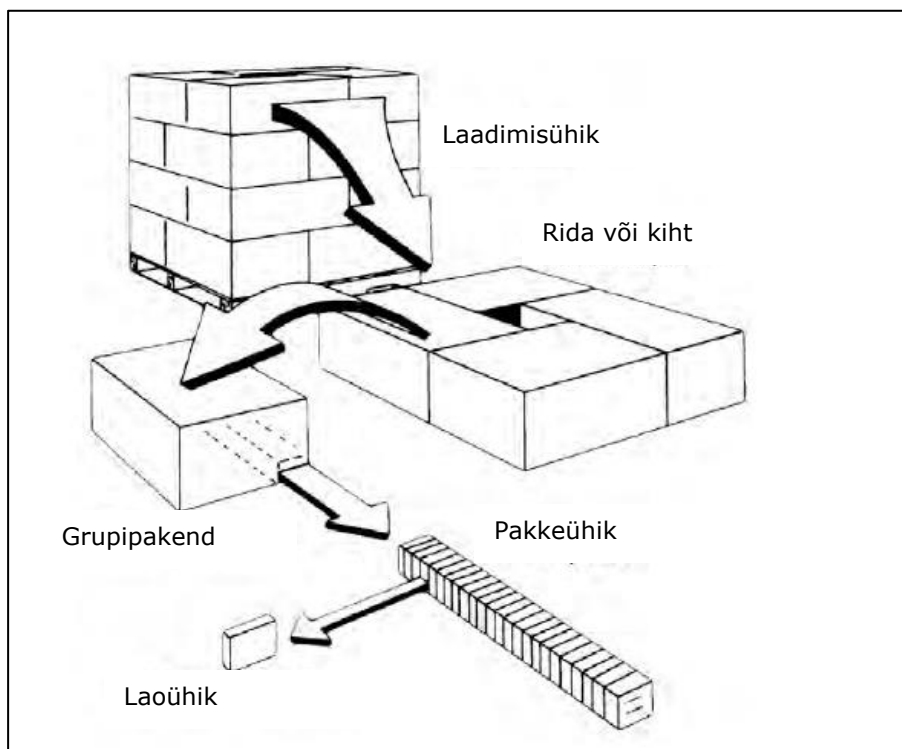
magistritöö puhul kasutas autor andmete saamiseks inventuuri läbiviimist, protsesside mõõtmist ja ekspertide intervjuerimist.

3.2.4 Etalonpakkeühikute valimine

Laos hoitav ühik (ingl *stock keeping unit* või *SKU*) on toote väikseim füüsiline ühik, mida organisatsioon jälgib. Tarneahelas ei pruugi laos hoitav ühik olla jälgitav ühik. (Bartholdi, 2019)

Tootmisest liiguvad tooted suuremate ühikutena (näiteks kaubaalus) ning järk – järgult muutuvad väiksemateks, sõltuvalt asukohast tarneahelas. Järgnev joonis 3.5 näitab laadimisühiku deformeerumist erinevaks laadimisühikuks tarneahelas kuni jõuab laos hoitavaks ühikuks. (Ibid.)

Laadimisühikut võib defineerida kui hulk kaupa või puistematerjali paigutatud sellisel kujul, et neid oleks võimalik käsitleda ja tarnida ühe koormana. Eeldatakse, et laadimisühik on käsitsi teiseldamiseks liiga suur. Suurema laadimisühiku käitlemise hind on madalam. Väiksemaid laadimisühikuid eelistatakse muude tegurite pärast (ühikuühistamise kulud, vaja mineva ruumi maksumus, töötlemisjärgse laoseisu kulud, tühjade kaubaaluste ja konteinerite ladustamise ja tagastamise puudus). (Heragu, 2005)



Joonis 3.5 Toodete käitlemine tarneahelas

Allikas: Bartholdi (2019), täidetud autori poolt

Laadimisühiku kavandamine on materjalivoo seisukohalt üks kriitilisemaid. Lisaks mõõtühikutele ja kujule, peab määrama käitlemiseks kasutatavad seadmed, kaubaluste- ja konteinerite tüübid, ladustamise tingimused. Järgmised seitse protseduuri soovitakse läbida laadimisühiku loomisel: (Heragu, 2005)

- laadimisühiku võimalik kõige kaugeim sihtkoht;
- laadimisühiku tüübi valimine (konteiner, kaubaalus, kast);
- laadimisühiku mõõtude kehtestamine;
- laadimisühiku asetuse / konfiguratsiooni määramine;
- laadimisühiku ülesehitus;
- laadimisühiku kontseptsiooni rakendavuse kindlaks tegemine.

Baltronic käsitleb ja hoiab laos üle 4000 erineva lao ühiku. Nende suurused varieeruvad 1-2 g kuni 500 kg. Neid hoitakse laos kas trumlile keritult või lahtiselt peenkaubariiulitel. Eeltoodust lähtuvalt valis autor laos hoitavateks ühikuteks: tüki ja EUR standart mõõtudega kaubaaluse (1,2x0,8x0,144 m). Laadimisühikuks on valitud tükk, kast, EUR standardmõõtudega kaubaalus. Näiteks kaablid hoitakse laos keritult trumlitel ja mõõdetud meetrites ning trummel on asetud hoidmiseks kaubaalusele. Sellisel juhul käib arvestus vastavalt laos hoitavale ühikule, mis võrdub üks kaubaalus.

3.2.5 Lao seadmete valik

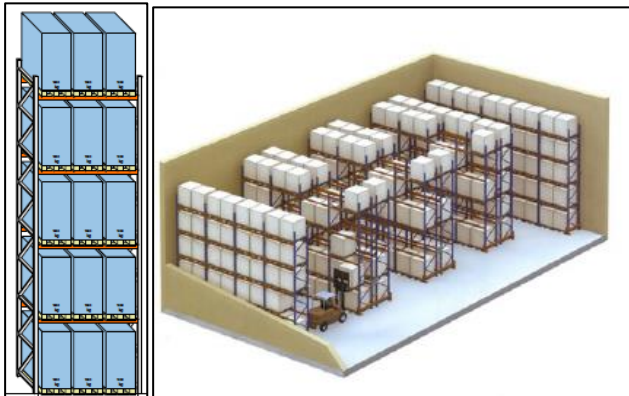
Arvestades laos hoitavate laadimisühikute spetsifikatsiooni ning materjalivoo suurust, tuleb valida seadmed. Seadmete valik jagatakse kaheks: kauba hoiustamisseadmed ja – käitlemiseseadmed.

Autor teeb otsuse kasutusele võtta maailmas enim levinud kaubaaluste hoiustamiseks mõeldud traditsioonilised või konventsionaalsed riulid. Need sobivad ladudele, kus lae kõrgus on kuni kümme meetrit. Vahekoridor nende puhul on kuni 3,5 meetrit.

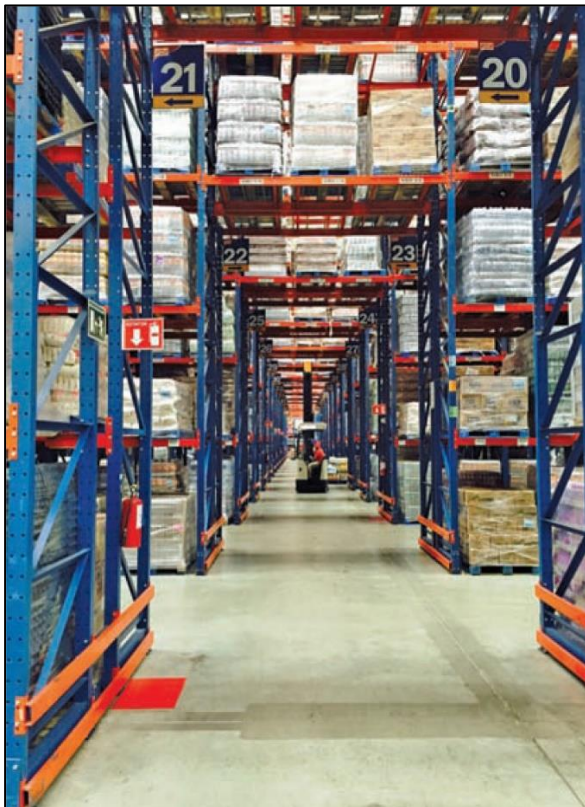
Nende riulite süsteemi eelised ja autori valikud on järgmised:

- Riulite eri kõrgustele ja sügavustele saab ladustada erineva suuruse ja kaaluga kaupu. Autor valib riulid 7,5 – 9 meetri vahemikus, talade vahe on 2,75 m ja riulite sügavuseks on 1,16 m. Antud juhul mahub ühe riuli vahele 15 EUR-kaubaalust mõõtudega, mis on näidatud joonistel (joonis 3.6 ja joonis 3.7). Arvestades, et ühe kaubaaluse kõrgus on 1,7 m, teeb see ühe riuli mooduli kohta 22,4 m³.
- Antud riulite tüübid on võimaluste rohked ja ehituslik konstruktsioon võimaldab kombineerida omavahel vertikaalsed ja horisontaalsed talad. See omakorda võimaldab ehitada teatud juhtudel ristikäike (joonis 3.8). Sel juhul peab olema

laotehnikale tagatud läbipääs riiulite all. Ristkäikude peamiseks funktsiooniks on muuta sõiduteekonda lühemaks ja seeläbi parandada ajakasutamise tõhusust.



Joonis 3.6 ja joonis 3.7 Kaubaaluste hoidmisele mõeldud konventsionaalsed riiulid
Allikas: Laadur AS (2020), Suursoo (2016)

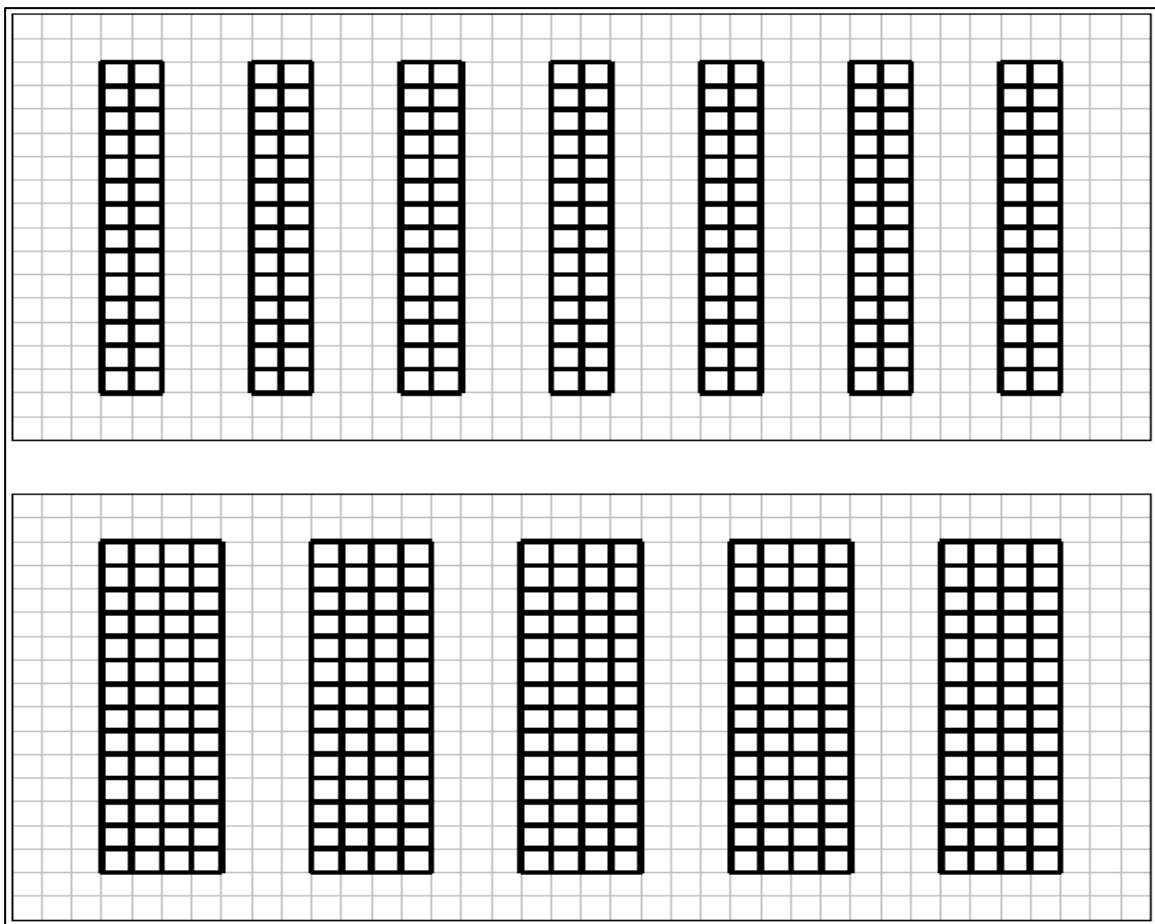


Joonis 3.8 Kaubaaluse hoiuriuli ristkäigu lahendus
Allikas: Frazelle (2016)

- Kergesti teostatav kaubaaluste paigutamine hoiukohtadele. Klienditellimuste komplekteerimine ja inventuuri teostamine on kergendatud. Kasutatav käitlemiseseadmete valik on lai ja sõltub teostatavate toimingute spetsiifikast.

Arvestades riiulite kõrgust, tuleb valida käitlemistehnika, mis võimaldaks tõsta kaubaalused kuni 8,5 m.

Konventsioonaaalsete riiulite peamiseks puuduseks on ebaratsionaalne laoruumi kasutamine, kus riiulite ja vahekäikude suhe on 0,9 ehk peaaegu kahekordne (Gadzhinskij, 2005). Eriti kõrgusesse ladustamisel, kuna vahekäikude laius on sel juhul umbes 3,5 meetrit. Lisaks on kasutamata jäänud riiulite ja kaubaaluste vaheline ruum (ingl *honeycombing*). Joonisel 3.9 on näidatud vahe ühe ja kahe sügavusega kaubaaluste hoiustamise paigutamisel (erinevus on 30%). (Bartholdi, 2019)



Joonis 3.9 Ühe- ja kahe vahe sügavuse paigutamine

Allikas: Bartholdi (2019)

Baltronic tootmises kasutatavat komponentide suurus ei ületa tavaliselt 0,002 m³ ja laoshoitavate nimetuste arv on umbes 1000 ühikut. Arvestades ettevõtte vajadusi, valib autor peenkaubariiulite (kergriiulite) lahenduse.

Magistritöö autor otsustab kasutusele võtta kuni 2,5 m kõrguse ja 0,5 m sügavusega peenkaubariiulid. Arvestades, et riuli plaate saab paigutada 5 cm sammuga, võib

korruste arv ühes vahes olla kuni 50 riulit. Antud töös on arvestatud üheks plokiks 6 riulit.

Peenkaubariilite eelised on (Suursoo, 2016):

- ruumikasutuse tõhusus, tänu madalatele riulitele ja kitsastele vahekäikudele (vahekoridori laius on 0,9 m);
- kaupade käitlemiseks kasutatakse komplekteerimiskäru;
- vajadusel saab kergesti muuta riulitevahelise koridori laiust;
- ruumi optimaalsemaks kasutamiseks võib ehitada mitmekorruselisi riuleid.

Kui on teada kauba eripära, materjalivoo maht ja kasutatav hoiustamisseadmete valik, saab valida kaupade käitlemiseseadmed. Koguliste vajaduste lähenemise saab jagada kaheks: arvestuslikuks lähenemiseks ja/või spetsialisti kogemustele tuginedes.

Käitlemiseseadmete valik on suur, neid liigitatakse vastavalt tõstevõime, tõstekõrguse, mootori tüübi ja töö funktsionaalsusele järgi. Antud töö puhul, kus kasutusel on kaks hoiukohtade varianti, tuleb vaadelda igale variandile sobivat käitlemistehnikat. Kaubaaluste siirdamiseks ja riulitele paigutamiseks oleks vaja liikuvmastiga tõstukit. Antud tõstukid töötavad elektrijõuallikal, mille toitepinge on 48V. Tõstevõime ei ole antud magistritöös tähtis, kuna käitlemise kaubaalused reeglina ei ületa 600 kg. Liikuvmastiga tõstuki valikuga tuleb arvestada masti maksimaalse tõstekõrgusega. Tõstekõrgus antud tõstuki mudeli puhul algab 5 m ja on kuni 12 m. Seadmeid võiks olla kaks. Juhul kui üks vajab remonti, ei pruugi kohe saadaval olla ajutine asendus.

Kaubaaluste siirdamiseks ja toodete komplekteerimiseks, arvestades laos läbitavaid vahemaid, soovitatakse kasutada elektrilisi alusesiirdajaid. Neid saab kasutada ka vastuvõtu- ja väljastustsoonides autode maha/peale laadimisel. Nende tõstevõime on keskmiselt 2000 kg ning töötavad nad elektrijõuallikal.

Lühidistantsidel kaubaaluste teiseldamiseks omal jõul kasutatakse enamasti käsikahveltõstukeid. Neid tõstukeid saab kasutada komplekteerimise, väljastus- ning vastuvõtutsoonides juhul, kui kaubaalused ei ole vaja kõrgusse komplekteerida. Lisa funktsioonina saab kasutada kaaludega käsikahveltõstukit.

3.2.6 Tööprotseduuri ja meetodi määramine

Protsessid, ressursid ja organisatsioon on lao kolm peamist iseloomustust. Erinevateks faasideks jaotatuna läbiv materjalivoog on protsessid. Vahendid, seadmed ja inimesed on ressursid. Süsteemi käitlemiseks kasutatavaid planeerimis- ja kontrolliprotseduure on organisatsioon. Neid kõiki on võimalik analüüsida üheaegselt kasutades XYZ teljestikku. (Rouwenhorst, 2000)

Laokujundusprotsess koosneb järjestikkutest etappidest: kontseptsioon, andmete hankimine, tehniline kirjeldus, varustuste valik, paigutuse planeerimine ning juhtimispoliitika valimine. Igas etapis tuleb langetada otsus ja teha valik. Need otsused saab jagada strateegiliseks, taktikaliseks ja operatiivseks.

- *Strateegiline tasand*

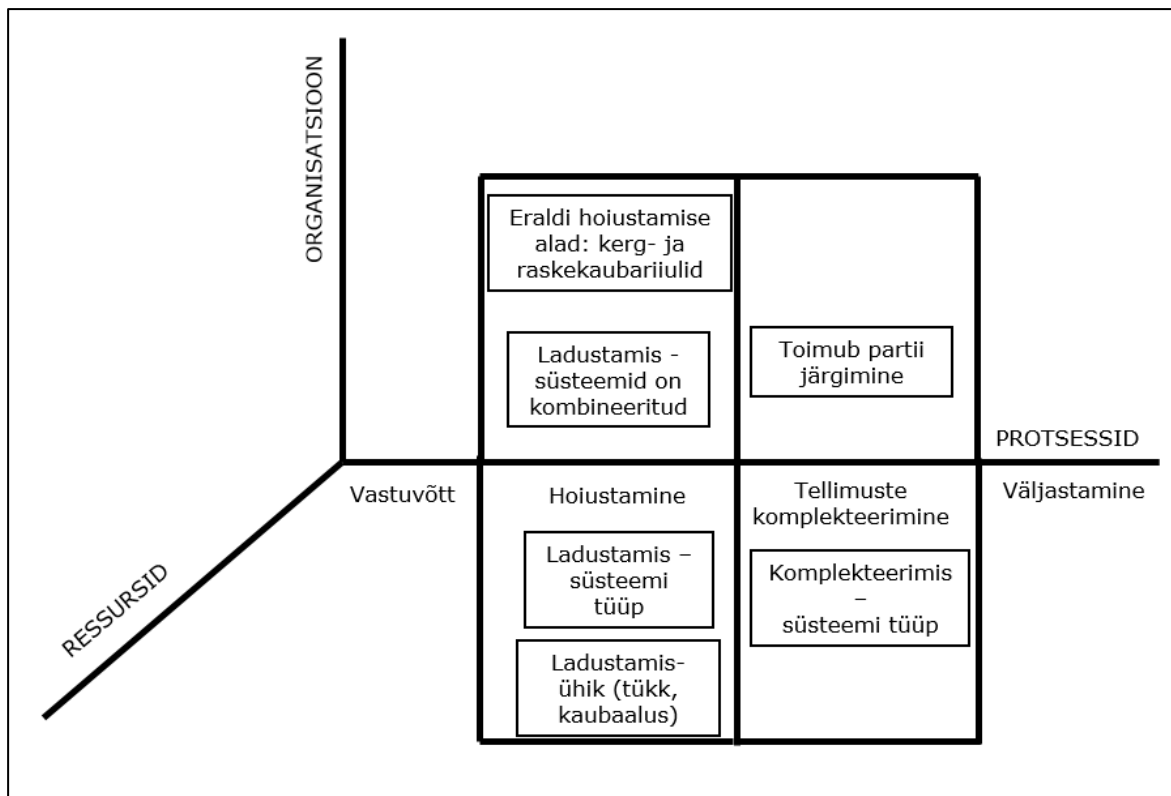
Strateegilisel tasandil tehtud otsuseid on tunda pikemat aega. Peamised otsused on protsessivoo kujundamine ja laomajandussüsteemi tüüpide valimine. Protsessivoogu saab jagada neljaks põhietapiks: vastuvõtt, hoiustamine, komplekteerimine ning väljastamine. Omavahel seotud protsessivoo kujundamine ja laomajandussüsteemi valik peavad täiendama üksteist ning ei saa eksisteerida üksteist toetamata. (Rouwenhorst, 2000)

Kogu valiku protsessi saab jagada kaheks: tehniline võimekus ja majanduslik arvestus. Ladustatud ühik, ladustamissüsteemid ja seadmed peavad olema sobilikud toodetele, tellimustele ja ei tohi üksteisega vastuolus olla. Protsessivoo ja laomajandussüsteemi kavandamisel tuleb lähtuda majanduslikest kaalutustest. (Ibid.)

Antud etapil on otsustatud hoiustada kaubad kahes erinevas tsoonis vastavalt ladustamisühiku spetsifikatsioonile. Nende tsoonideks on kerg- ja raskekaubariiulid. Vähem kui 0,5 m³ kaubad võiksid olla hoiustatud kergkaubariiulitel. Ladustamissüsteem on kombineeritud. Arvesse peab võetud olema kauba ABC staatus, kaubagrupp ehk suuresti kindla hoiukoha ladustamise põhimõte. Komplekteerimine toimub põhimõttel „mees kauba juurde“ (ingl *man to goods*), kus komplekteerija liigub ise kaubale järgi ja tõstab ta vajalikku tsooni. Kasutava tehnoloogia järgi on tegemist manuaallaoga, sest põhitöö tehakse inimtööjõu või/ja laotehnika abil. Partii järgimise kaudu peaksid esimesena lattu jõudnud tooted esimesena laost väljuma (ingl *FIFO – first in first out*). Strateegilised otsused on väljatoodud joonisel 3.10.

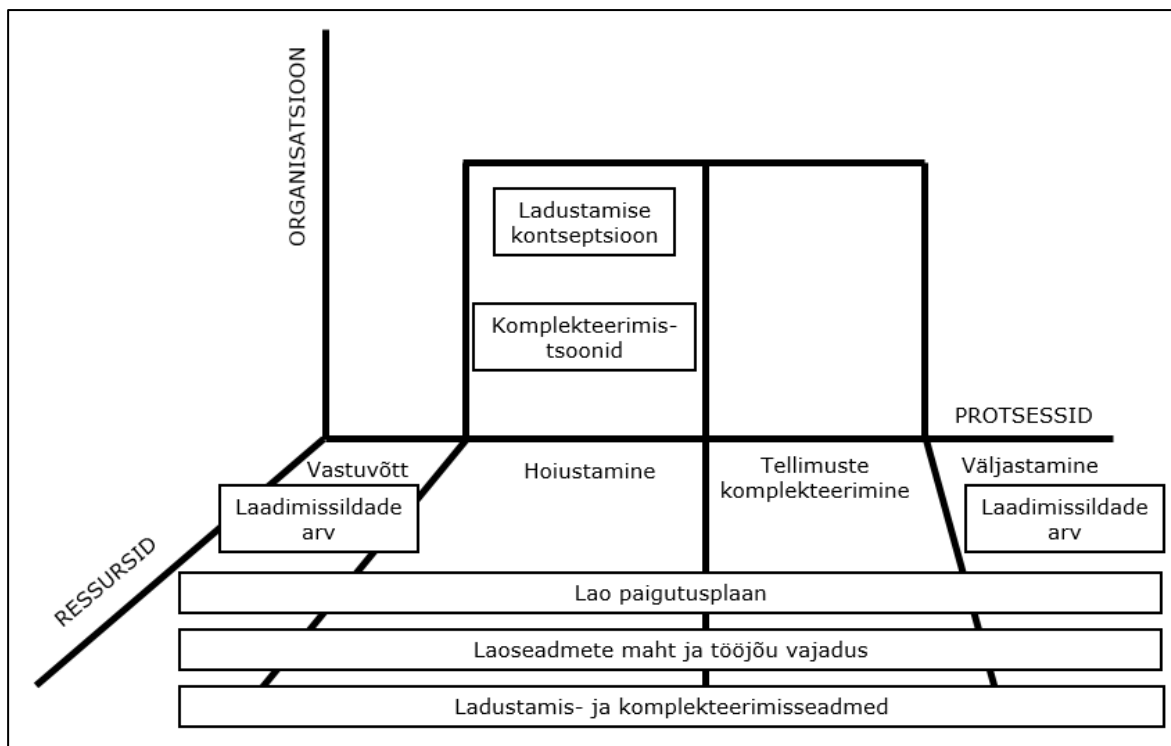
- *Taktikaline tasand*

Strateegilised otsused on põhi taktikaliste otsuste tegemisel. Taktilised otsused, mis on välja toodud joonisel 3.11, on strateegilistega võrreldes väiksema mõjuga. Neid on võimalik eelnevalt analüüsides ka vajadusel muuta. Antud etapil peaksid olema valitud ja otsustatud seadmete ja tehnika spetsifikatsioon ning maht, töötajate vajadus, paigutuse planeerimine. (Ibid.)



Joonis 3.10 Baltronic strateegilise tasandi pikaajalised otsused (5 aastat)

Autor: Rouwenhorst (2000), täiendatud autori poolt



Joonis 3.11 Baltronic taktikalise tasandi keskmise tähtajaga otsused (2 aastat)

Autor: Rouwenhorst (2000), täiendatud autori poolt

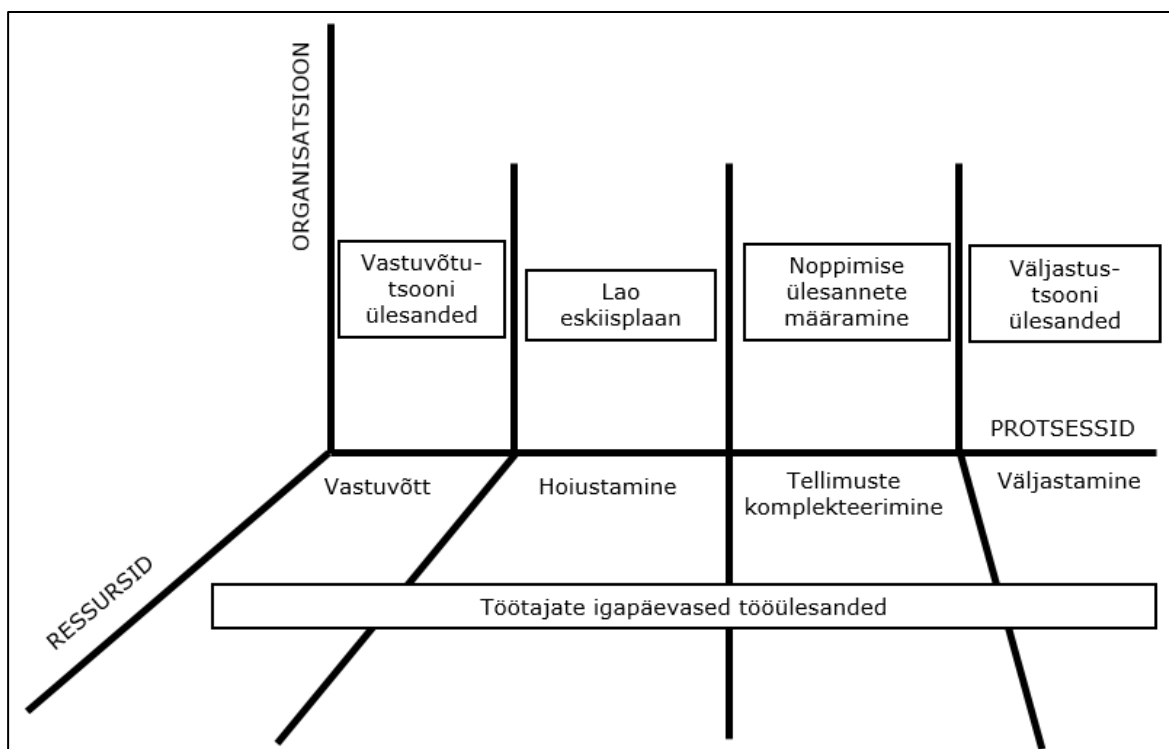
Lao paigutusplaani probleemi lahendamise eesmärk on optimeerida suutlikkuse kriteeriume, vähendades täiendavaid investeeringuid ja tegevuskulusid. Lao paigutuse plaani koostamist ning laoseadmete mahtu vaatleb autor täpsemalt 3.3 alapeatükis.

- *Operatiivne tasand*

Strateegilisel ja taktikalisel tasandil said tehtud suuremad otsused. Seetõttu on operatiivtasandi sõltuvus teistest tasanditest väiksem. See aga annab teha otsused antud etapil rohkem iseseisvalt. Operatiivtasandil tehtud lühiajalised otsused on välja toodud joonisel 3.12 (Rouwenhorst, 2000; ÄP Logistika):

- Vastuvõtutsooni tähtsus on lahti kirjutatud 1.2.1 alampeatükis „*kaupade aktsepteerimine ja vastuvõtmine*“. Põhiülesanded on järgmised:
 - Kauba mahalaadimine / vastuvõtt. Tavapäraselt täishaagisega või kontaineriga saabunud kaup tuleb maha laadida laotöötaja poolt, teistel juhtudel laeb kauba maha autojuht ise. Laotöötaja peab olema pidevalt kõrval ja kontrollima mahalaadimist.
 - Visuaalse kontrolli teostamine koheselt mahalaadimise juures.
 - Füüsiline kontroll (koguseliselt ja koosseisulikult) peab olema teostatud esimesel võimalusel, kuid mitte hiljemalt kui tööpäeva lõpuks.
 - Kauba paigutamine määratud hoiukohtadele .
 - Andmete sisestamine majandustarkvarasse. Sisestamisele kuuluvad andmed on: hoiukohtade aadressid, kogused, partii.
 - Kauba puuduolevate mõõtmete informatsiooni lisamine majandustarkvarasse.
- Kaupade hoiukohtade määramine:
 - ABC analüüsi arvestades peavad asukohad olema valitud vastavalt komplekteerimis- ja väljastustsoonidele (A lähemale – C kaugemale). Riiulikorruse valik sõltub liikumise sagedusest, kus kiiresti ringlevad tooted peaksid olema asetatud alumistele riiulitele.
 - Kindla hoiukohaga asukohad valitakse kaubagruppide kaupa.
- Tellimuste komplekteerimine algab komplekteerimisülesande genereerimisest majandustarkvaras. Komplekteerimisülesandes peab olema märgitud: tootekood, kogus, partii number ja asukoht. Komplekteerimise juures tuleb arvestada läbitud teekonnaga. Tõhus komplekteerimine väljendub komplekteerija lühikeses teekonnas, pika teekonna puhul tuleb koguda võimalikult palju kaupa. Vältida tuleb tühisõite.

- Tellimuse komplekteerimine lõppeb tellimuse pakkimisega. Pakkimise eesmärk on viia komplekteeritud kaubad sellisesse seisundisse, et edasine transport oleks ohutu ning minimaalsete vigastamiste võimalustega. Järgmised asjaolud on tähtsad pakkimisel:
 - kaup ei tohi ulatuda kaubaaluse servadest üle ning on paigutatud tihedalt;
 - kaup peab olema kinnitatud kaubaaluse külge pakkekilega või muul viisil;
 - laadimisühiku gabariidid ja kaal tuleb märkida majandustarkavarasse;
 - laadimisühikut tuleb varustada informatiivse etiketiga (minimaalne info: saatja- ja saaja andmed, pakkeüksuste arv ja kaal);
 - Vajadusel markeeritakse laadimisühik turvateibiga ja/või läbipaistmatu pakkekilega.
- Väljastustsoonis toimub kauba loovutamine kliendile või vedajale, samas kohas toimub ka kauba vastutuse üleandmine. Laotöötaja peab veenduma, et vastuvõtja kontrollis üleantavat kaupa ja kinnitas seda allkirjaga.



Joonis 3.12 Baltronic operatiivtasandi lühiajalised otsused (1 aasta)

Autor: Rouwenhorst (2000), täiendatud autori poolt

3.3 Lao paigutusplaani ettevalmistamine

3.3.1 Lao paigutusplaani

Ettevõtte jaoks on väga olulisel kohal laomajanduse töö tõhusus. Head tulemused on võimalik saavutada tänu tehniliste ja majanduslike näitajate analüüsile ning nende parandamisele. Lao töö põhiülesandeks on materjalivoogude teisendamine, seega lao võimekuse mahtu otseselt mõjutavad teisendatud materjalivood.

Lao paigutusplaani loomine on kriitiline protsess lao kujundamisel. Kui lao operatsioonid on paigas ja kauba käitlemisseaded valitud, võib alustada lao paigutusplaani kujundamisega.

Lao paigutusplaani kujundamist tuleb alustada lao põhiprotsesside loomisest ja arusaamisest, mis on antud lao töö põhieesmärk. Lao materjalivoo diagramm on kriitiline abivahend, mis peegeldab ettevõtte materjalivoogu ning näitab kauba liikumise suhet erinevate ladude vahel.

Arvestades, et ettevõtte poolt on maja eskiisprojekt etteantud, siis läbivoolu konfiguratsiooni otsustamist arvestama ei pea. Antud projekti puhul on kasutusel U-voolu konfiguratsioon. Antud konfiguratsioon sobib hästi ladustamisele suunatud ladudele. Peamisteks eelistusteks on (Frazelle, 2016):

- lühike liikumise pikkus ristlaadimise puhul;
- kui vastuvõtt ja väljastamine toimub erinevatel kellaaegadel, siis on personali ja varustuse kasutamine kahe tegevuse vahel lihtsam;
- ühte ja sama veokit võib kasutada nii kauba vastuvõtul kui ka kauba väljastamisel.

Laotsoonide paigutus on esimene lao eskiisprojekti joonis, kus on näha kõik laotsoonide asetused vastavalt ettevõtte lao tegevuste protsessidele ja funktsioonidele. Laotsoonide paigutamisel on arvestatud tsoonide omavaheline sobivus. Baltronic laotsoonide jaotus on järgmine:

- peamine vastuvõtutsoon (sissetuleva kauba vastuvõtt ja kontrollimine);
- tootmisest vastuvõtutsoon;
- kaubaalustele mõeldud hoiutsoon;
- peenkaupadele mõeldud hoiutsoon;
- peamine komplekteerimistsoon;
- tootmiskomponentide komplekteerimistsoon;
- peamine väljastustsoon;
- tootmisse väljastustsoon;

- haldus- ja majapidamisruumide tsoon.

Lao paigutuse planeerimisel on arvestatud maksimaalsete piikide kestvustega (sesoonsusega) ja keskmise laomahtude suhtega. Juhul kui maksimaalne piik on lühiajaline ja keskmise laomahu suhe kõrge, tuleb planeerida kauba ladustamiseks lao välist võimalust. Maksimaalse piigi puhul, kui kestvus on pikem ja keskmise laomahu suhe on madal, oleks vaja planeerida laoruumi vastavalt maksimaalse piigi vajadusega või selle lähedasega. (Frazelle 2016)

Usutakse, et laomajanduses kaubariiulite paigutus vastab kahele ütle mata projekteerimiseeskirjale: (a) vahekäigud peaksid olema sirged ja paralleelsed üksteise suhtes ning (b) kui on esindatud ristlääbikäik, siis peab see olema risti vahekäiguga (Gue, 2009). Hoiuriilite paigutamise suund on enim tähtis kaupade hoiukohtadele paigutamisel või tellimuste komplekteerimisel. Põrandapinna ja seadmete tõhusa kasutamise saavutamiseks peab paigutus maksimeerima põrandapinna kasutamist ja minimeerima sõiduaega ja/või vahemaad (Larson, 1997). Sõiduaega ja/või vahemaa vähendamiseks kasutakse ristkäikude (ingl *cross aisle*) võimalustega kaubariiulid. Kusjuures ristkäigud tuleb asetseda iga 25-30 m järel ja nende laius peaks olema umbes 4 m. On olemas kaks enim levinut varianti hoiuriilite paigutamiseks: kas paralleelselt lao pikema küljega või paralleelselt lao lühema küljega. Ladustamispoliitikale üldist mudelit pole siiani pakutud, sest lao käitlemiskulud, kulud mis tekivad siis, kui ladu ei suuda kõiki sissetulevaid saadetisi vastu võtta ja laomajanduskulud on väga tugevas omavahelises seos (Rosenblatt, 1984; ÄP logistika).

Arvestades varasemalt tehtud valikutega seoses lao materjalivoo liikumissuunas ja komplekteerimistsooni asukohaga, teeb magistritöö autor ettepanekut kasutada hoiuriilite asetust paralleelselt lao pikema küljega. Sõiduaaja vähendamiseks kasutusele võtta ristkäike, mis oleksid risti vahekäikude suunaga.

3.3.2 Lao ruumi vajaliku pindala arvutamine

Antud alampeatükis kirjeldab autor, kuidas kavatseb arvutada tulevase lao pinnavajadused igale laotsoonile, arvesse võttes ettevõtte järgmise 5 aasta kasvuproгноosi. Kuna uue lao ehitamine ja sinna kolimine on strateegiline otsus, siis peab tulevase lao ruumi arvutamises olema hoolikas ning arvestama ettevõtte erinõuded. Ettevõtte arengu koefitsient (K_{areng}) on 1,5, mis näitab 50% müügis kasvu. Antud koefitsient on lisatud kõikide valemite juurde, kus toimub ruutmeetri pinna arvutamine.

Arvestades majandustarkvaras kõikide tootenimetuste kohta puudu olevate mahu ja kaalu informatsiooni, saab materjalivoo mahtu arvutada, võttes arvesse materjalivoo rahalist väärtust ja ühe kuupmeetri hinna suhte valemiga 1 (Lobanov, 2007)

$$Q_{total} = \frac{Q_{EUR}}{C} \quad (1)$$

kus

Q_{total} on aastane materjalivoog, m^3

Q_{EUR} on aastane materjalivoog rahaväärtuses, EUR

C on aasta keskmine $1m^3$ väärtus, EUR/ m^3

Lao kogu ruumi saab jagada kolmeks grupiks (Gadzhinskij, 2005):

- laoruum ehk tehnoloogiliste ruumide pindala;
- majapidamisruumi pindala;
- haldusruumide pindala.

Kogu laopinna (S_{total}) arvutamine Baltronic tulevase lao jaoks käib valemi 2 järgi (Nerush, 2014)

$$S_{total} = S_{eur\ hoiu} + S_{eur\ abi} + S_{peen\ hoiu} + S_{peen\ abi} + S_{sp} + S_{vp} + S_{st} + S_{vt} + S_{kp} + S_{kt} + S_{muu} \quad (2)$$

kus

$S_{eur\ hoiu}$ on kaubaalustel kaupa hoiustamiseks mõeldud kasulik pind, m^2

$S_{eur\ abi}$ on abiala, läbikäikudele ja koridorile mõeldud pind, m^2

$S_{peen\ hoiu}$ on peenkaubariiulitele mõeldud kasulik pind, m^2

$S_{peen\ abi}$ on abiala peenkaubariiulite tsoonis, m^2

S_{sp} on peamise vastuvõtutsooni pind, m^2

S_{vp} on peamise väljastutsooni pind, m^2

S_{st} on tootmisest vastuvõtutsooni pind, m^2

S_{vt} on tootmisse väljastutsooni pind, m^2

S_{kp} on peamise komplekteerimistsooni pind, m^2

S_{kt} on tootmiskomponentide komplekteerimistsooni pind, m^2

S_{muu} on haldus- ja majapidamisruumide pind, m^2

Edaspidi vaatleme kõiki valemite ükshaaval.

- *Hoiustamiseks mõeldud kasuliku pinna arvutamine*

Peamist lao pinda kasutavad hoiustamisele mõeldud riidid (S_{hoiu}). Meetodeid kasutava pinda arvutamiseks on mitu: keskmise varude mahu arvutamine, keskmised koormusväärtused ühele ruutmeetrile, teades vajaminevate kaubaaluste arvu. Antud magistritöö raames tuleb arvestada peenkaubaga, mida ei ole võimalik hoiustada

kaubaalustel. Seega keskmise koormsväärtuse arvutamine ühele ruutmeetrile on parim valemi 3 järgi. Hoiustamise ($S_{eur\ hoiu}$ ja $S_{peen\ hoiu}$) valemid on oma struktuurist identsed. (Nerush, 2014). Arvestades, et on teada kaupade mahtu, vahetas autor raskus ühe ruutmeetri kohta mahu ühe ruutmetri kohta.

$$S_{hoiu} = \left(\frac{V_{kesk} * K_{uh}}{K_{kk} * H} \right) * K_{areng} \quad (3)$$

kus

V_{kesk} on keskmine laos hoitava kaubamaht, m^3

K_{uh} on ebaühtluse täituvuse koefitsient

K_{kk} on lao kaubamahu kasutegur

H on kui kõrgelt kaup laos hoiustakse, m

K_{areng} on arengu koefitsient

Ebaühtluse täituvuse koefitsient (K_{uh}) arvutakse valemi 4 järgi

$$K_{uh} = \frac{V_{max}}{V_{kesk}} \quad (4)$$

kus

V_{max} on maksimaalne kauba maht 1 kuu kohta, m^3

Kaubamahu kasutegur kirjeldab kauba paigutuse tiheduse ja kõrguse laos ning arvutakse valemi 5 järgi (Nerush, 2014)

$$K_{kk} = K_{rm} * K_{at} \quad (5)$$

kus

K_{rm} on riiuli mahutavuse koefitsient

K_{at} on aluse täituvuse koefitsient

Oluline on, et mahutavuse koefitsient (K_{rm}) ja täituvuse koefitsient (K_{at}) sõltuvad riiulitüübist ja sinna paigutatud laos hoitud ühikust (alus, kast, tükk). Baltronic puhul kasutusel on kahte varianti riialeid: EUR-alustele mõeldud konventsionaalsed riiulid ja peenkaubariiulid. Sellest järeldame, et laoshoitud ühikud on euro kaubaalus ja peenkaubale mõeldud kastid.

Riiuli mahutavuse koefitsiendi arvutamiseks on vaja teada kahte parameetrit: 1) ühe kambri mahtu, m^3 . Arvestada tuleb vertikaalse ja horisontaalse tugiposti laiuseid; 2) kambrisse ladustatavate ühikute kogust ja mahtu. See annab vajaliku koefitsiendi suuruse. (Ibid.)

Aluse täituvuse koefitsient arvestatakse valemi 6 järgi

$$K_{at} = \frac{V_{kesk}}{N * V_{alus}} \quad (6)$$

kus

N on aluste kohtade arv laos

V_{alus} on keskmise aluse maht laos, m³

Kõik eelnevalt toodud valemeid on võimalik integreerida valides enne, milliste laohoiusteemidega soovitakse opereerida. Lisaks, muutes täituvuse koefitsienti või ladustamise kõrgust suuremaks, annab see võimaluse parandada laos hoiupinna kasutamist.

- *Abialale mõeldud kasuliku pinna arvutamine*

Abiala pinna all mõeldakse kasulikku pinda läbisõiduks, läbikäiguks ja kaubakomplekteerimiseks, mis on tugevalt seotud hoiu pinnaga. Keskmiselt arvutus käib valemi 7 järgi (Gadzhinskij, 2005). Antud valem annab orienteeruva suuruse ning kinnitatakse peale lõpliku paigutusplaani kinnitamist. Vahekäikude suurus sõltub riulite tüübist ja kaubakäitlemiseks kasutatavast seadmest. Antud magistritöö puhul alus käitlemiseks on valitud ladustamismeetod, kus tehnika peab asetsema risti riulite suhtes. Selleks oleks vaja vahekäigu suurust vähemalt 3,5 m. Peenkaubariulite puhul mugavamaks liikumiseks valitud laius on 0,9 m.

$$S_{abi} = 0,9 * S_{hoiu} \quad (7)$$

- *Vastuvõtu- ja väljastustsooni pindala arvutamine*

Vastuvõtu- ja väljastustsoonide suuruste määramine sõltub aastasest materjalivoo suurusest. Oluline on vastuvõtu- ja väljastuse laadimissillad lahus hoida, et kaubad ei läheks segamini ega tekitaks lisa probleeme laomajanduse töös. Vastuvõtu- ja väljastustsooni suurust saab arvutada valemi 8 abil (Nerush, 2014)

$$S_s ja S_v = \left(\frac{Q * K_u}{T_{tp} * q} \right) * K_{areng} \quad (8)$$

kus

Q on sisse tulnud või välja läinud materjalivoo maht aastas, m³

K_u on sisse tulnud või välja läinud ebaühtluse koefitsient

T_{tp} on tööpäevade arv aastas ja võrdub 250 päevaga

q on ühe m² kohta kuupmeetri suhe

Vastuvõtutsooni suurust tehakse sageli kahekordseks. Seda selleks, et oleks ruumi peale koorma mahalaadimist koheselt alustada järgmise koormaga.

Laadimissildade arvu saab arvutada, teades päevast transpordi tihedust ja lao laadimiskiirust, valemid 9 ja 10 (Lobanov, 2007)

$$t_{kesk} = N_{autod\ p} * K_{areng} * t_{laadimine} * K_u / K_p \quad (9)$$

kus

t_{kesk} on keskmine aeg päevas autode laadimiseks

$N_{autod\ p}$ on keskmine autode arv päevas

$t_{laadimine}$ on keskmine laadimisele kuluv aeg ühe saadetise kohta

K_p on operatsioonidevaheline pausi koefitsient (0,75)

$$N_{sillad} = \frac{t_{kesk}}{t_{tööpäev}} \quad (10)$$

kus

N_{sillad} on laadimissillade arv

$t_{tööpäev}$ on lao lahtiolekuaeg

- *Komplekteerimistsooni pindala arvutamine*

Komplekteerimistsooni suurus sõltub otseselt materjalivoost ja tellimuste mahust ning on võimalik arvutada valemi 11 järgi (Lobanov, 2007)

$$S_k = \left(\frac{Q_{välja}}{K_{mk} * K_{pk} * N_r * T_{tp} * H_{alus}} \right) * K_{areng} \quad (11)$$

Kus

K_{mk} on mahu kasutamise koefitsient (võrdub 0,35 – 0,45)

K_{pk} on pindala kasutamise koefitsient (võrdub 0,65 – 0,75)

N_r on hoiuriulite korruste arv

H_{alus} on aluse kõrgus, m

- *Haldus- ja majapidamisruumide pindala arvutamine*

Haldus- ja majapidamisruumide pindalad kehtestatakse vastavalt töötajate arvule ja ühe töötaja kohta vajaliku ruutmeetri pinnale:

- Kuni 3 töötajat on 5 m²/inimene
- 3 kuni 5 töötajat on 4 m²/inimene
- 6 ja rohkem töötajat on 3,25 m²/inimene

Haldus- ja majapidamisruumide pindala arvutamine käib valemi 12 järgi (Nerush, 2017)

$$S_{muu} = N_t * K_t * K_{areng} \quad (12)$$

kus

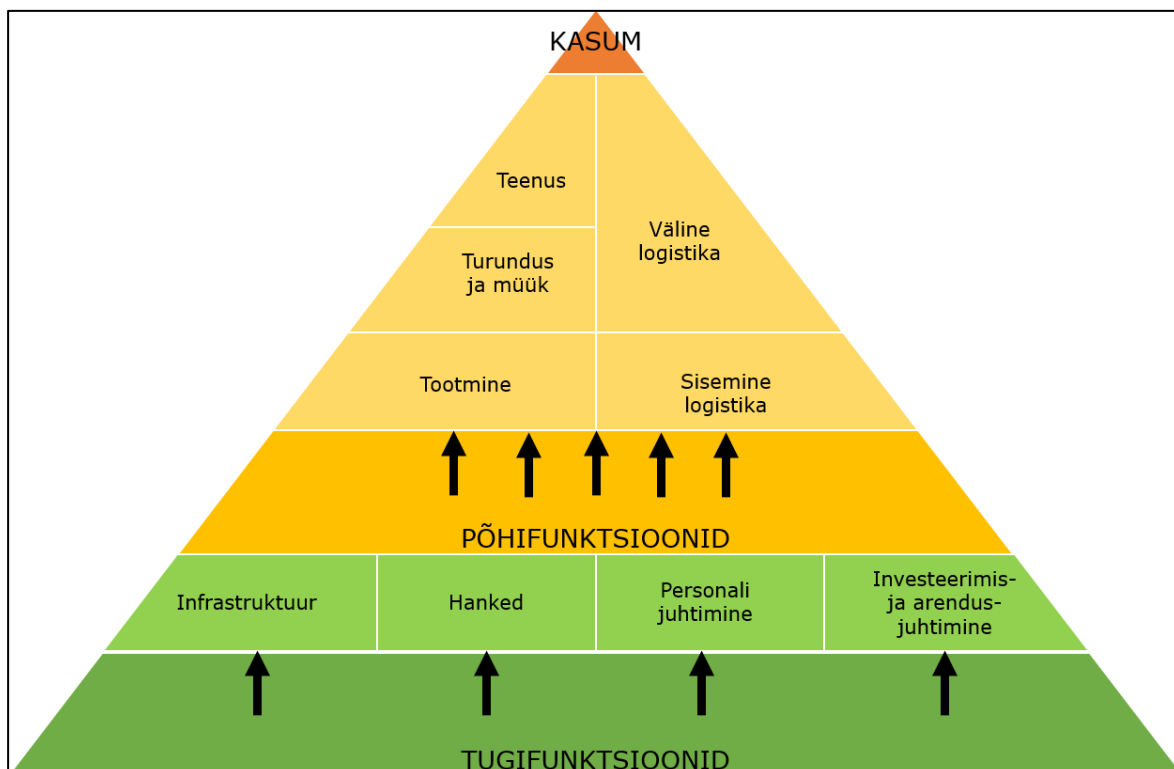
N_t on töötajate arv laos (kaasarvatud administratiivtöötajad)

K_t on ruutmeetri vajadus ühe töötaja kohta

3.4 Majanduslik efekt

Logistika valdkonnas teoreetilised ja metoodilised saavutused on olulised ja majandusliku tõhususe hindamise peamiste põhimõtete otsimine tähtis ülesanne. Majandusliku efekti arvutamise valemit pole siiani defineeritud, kuna muutujate arvestamise hulk ning erinevate olukordade valik on suur. (Belousov, 2007)

Majandusliku efekti (mõju) all mõistetakse tootmise, tööviljakuse, kasumi suurenemist või kulude langust, nii algseid kui ka jooksvaid. Ettevõtte täisväärtuse püramiid (joonis 3.13), näitab tipus oleva kasumi saavutamist. Kasum on peamine muutuja, mis ühendab kõiki ettevõtteid majandusliku efekti arvutamisel. (Nerush, 2014)



Joonis 3.13 Ettevõtte täisväärtuse püramiid

Allikas: Nerush (2014), tõlgitud autori poolt

Majanduslik tõhusus on majandusliku efekti suhe tulemuse saavutamise kuludega ning seda saab väljendada valemiga 13. Majanduslikku tõhusust saavutatakse läbi parimate tulemuste madalaimate kuludega. (Belousov, 2007)

$$\text{Majanduslik tõhusus} = \frac{\text{Majanduslik efekt (kulude kokkuvõide)}}{\text{Tulemuse saavutamise kulud (tehtud kapitaliinvesteeringud)}} \quad (13)$$

Majandusliku tõhususe kõrval peab arvestama ka kvaliteetseid komponente. Töötingimuste parandamine, tööviljakuse parandamine, ajaressursi parem kasutamine ja muud. (Ibid.)

Majandusliku efekti näitamiseks toob autor hetkolukorra parandamise näite (kulude kokkuvõide). Kus läbi sisemise logistika protsessi optimeerimise saavutatakse kulude kokkuvõide, ajaressursi parem kasutamine ja tootmisseisakute vähenemine.

Kapitaliinvesteeringu majandusliku tõhususe analüüsi autor läbi ei vii, sest investeeringu otsus on juba tehtud ettevõtte juhtkonna poolt. Lao ruumi väljaehitamine on vaid üks osa kogu kompleksi ehitisest. Samas saadud lao paigutusplaani järgi teeb autor majandus efekti analüüsi ja põhjendab paigutusplaani valiku majanduslikust vaatenurgast.

4. ANALÜÜS JA SÜNTEES

4.1 Lao kujundus

4.1.1 Andmete analüüs ja materjalivoo diagramm

Alampeatükis 3.2.3 toodi välja andmed, mida tuleb kasutada materjalivoo ja tellimuste profiili analüüsimiseks. Analüüsi tulemuseks on uuritava objekti materjalivoo diagramm (joonis 4.1). Antud diagramm on numbrite kokkuvõtte graafilisel moel. Materjalivoo algab materjalide vastuvõtuga, mis asub diagrammi ülemisel poolel ja lõpeb materjalide väljastamisega, mis asub diagrammi alumisel poolel. Diagrammil on näha füüsiliste ladude ja tootmise olemasolu ettevõtte logistika struktuuris. Materjalide all mõistetakse nii toorainet, mis kasutakse tootmises, kui ka vahendustooted ja erinevad tööriistu ning seadmeid. Diagrammil on välja toodud tarnete arv, toote read keskmiste päevade ja tellimuse kohta ning materjalivoo mahud.

Andmetest võib järeldada, et sissetulevate materjalide ning väljaminevate materjalide mahu erinevus on kõigest 14%. Samal ajal kui sissetulevate tellimuste arv on 58,8% vähem võrreldes väljaminevate tellimustega. Kindel seos, et kaup tuleb lattu kaubaalustega ja pappkastidega, vastavalt 38% ja 56%. Samas väljaminevate kaupade puhul kaubaaluste osakaal 22% ning pappkastidega väljub 70%.

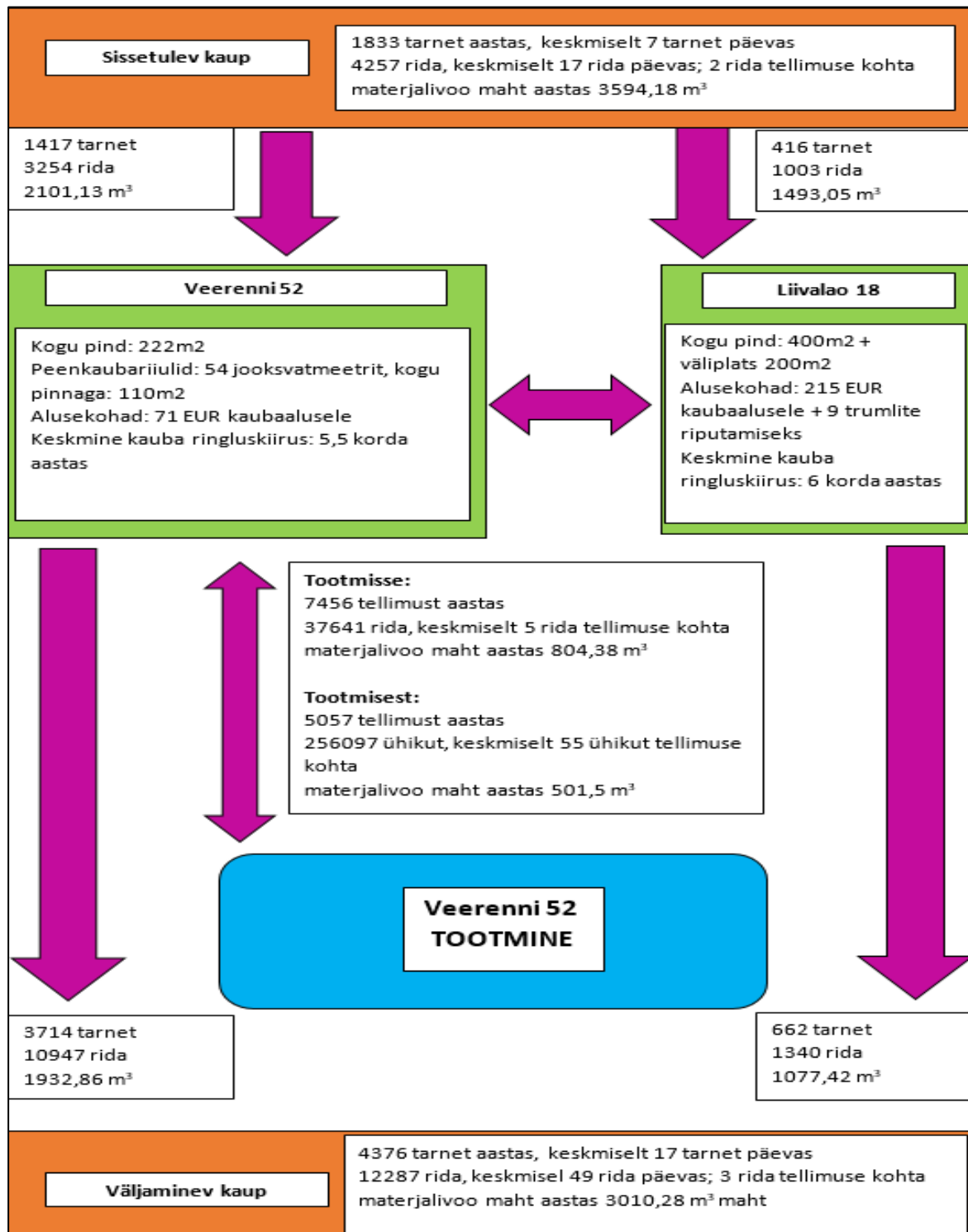
Kahe lao koormuse jaotusest on selgelt näha Veerenni lao suurem aktiivsus. Sealjuures materjalivoo on keskmiselt 30% suurem, tellimuste vastuvõtt ja väljastus on 80% erinevusega. Vaatamata suurtele erinevustele tellimuste sageduses, toimub Liiva laos kaupade käitlus kordades suuremate mahtudega. Näiteks Veerenni keskmine klienditellimuse maht on 0,17 m³ ehk üks pappkast mõõtudega 60 cm x 50 cm x 50 cm.

Klienditellimused väljuvad laost igal tööpäeval. Varasemast ajast on jäänud kokkulepe, et tootmine väljastab valmistooteid teisipäeval ja neljapäeval. Ladu omakorda väljastab klienditellimused kolmapäeval ja reedel. Tarned lattu on jaotatud ühtlaselt, kuid ainult teisipäeval on tarnete osakaal 27%. See viitab sellele, et teisipäev on laos kõige töömahukam, sest toimub tarnete kontrollimine, vastuvõtt lattu ning samal ajal tootmisest kaupade vastuvõtt ja ettevalmistus järgmise päeva väljastuseks. Teiste päevadel koormus jaotub ühtlasemalt.

Alapeatükis 3.2.2 tutvustas autor sesoonsust, kus piigid esinesid kevadel ja sügisel, mis oli seotud välisvõrkude ehitamisega. Talveperioodil toimuvad siselahenduste paigaldused. Kevadel, kui maapind on sulanud, hakatakse ehitama välislahendusi. Kuna Baltronic pakub täislahendust, siis sel perioodil kliendid varuvad endale materjale

suvetöödeks. Sügisel on kliendid aktiivsed, sest fokuseerivad maksimaalselt välistööde lõpetamisele.

Lisas 1, 2, 3 on väljatoodud tähtsamate protsesside ja materjalivoo graafikud, mis on saadud andmete analüüsimise teel.

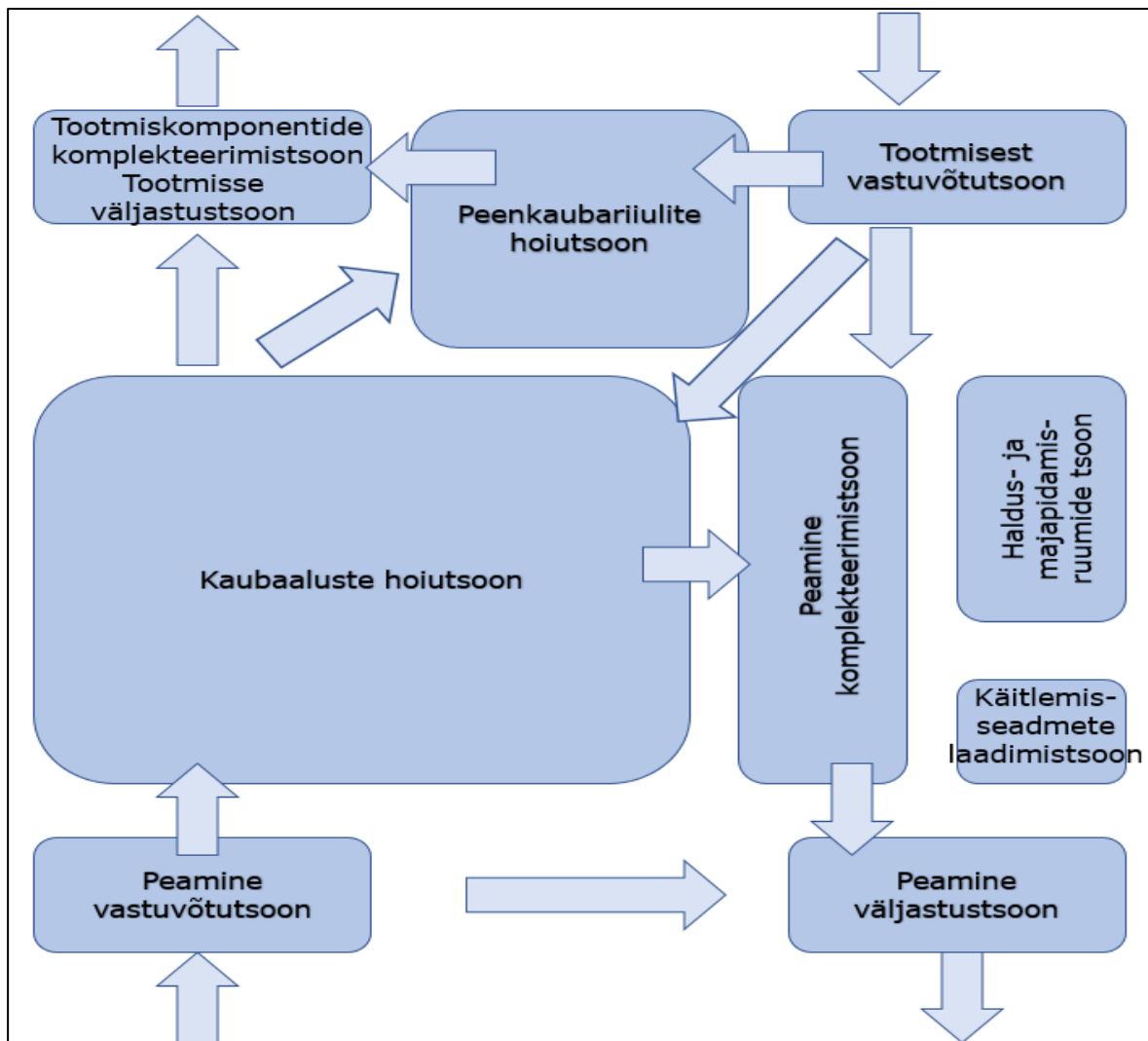


Joonis 4.1 Baltronic materjalivoo diagramm

Allikas: koostatud autori poolt

4.1.2 Laotsoonide paigutuse eskiis

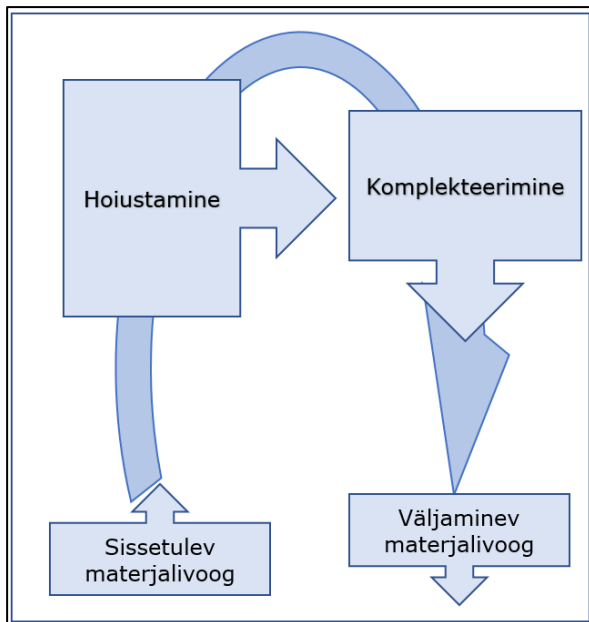
Kolmandas peatükis on tehtud valikud ja otsused, arvestades tähtsamate laokujunduse parameetritega. Baltronic laotsoonide paigutuse eskiis on välja toodud joonisel 4.2.



Joonis 4.2 Baltronic laotsoonide paigutuse eskiis

Allikas: Koostatud autori poolt

Tulevase lao ülesandeid kombineerivad tootmis- ja hulgiladu, siis U-voolu konfiguratsioon on parim lahendus. Lisaks ristlaadimise kõrged näitajad soodustavad sama konfiguratsiooni. Tootmisruumid hakkavad asetsema laadimissildade suhtes teisel pool, kuid kuna klientide tellimused koosnevad nii valmis- kui ka vahendustoodetest, siis U-voolu konfiguratsioon on sobilik töötamiseks. U-voolu kujunduse seos lao põhirotsessidega on näidatud joonisel 4.3.



Joonis 4.3 Baltronic U-voolu konfiguratsiooni seos lao põhiprotsessidega

Allikas: Koostatud autori poolt

Antud lao eripära on mitme vastuvõtu-, väljastus- ja komplekteerimistsoonide olemasolu. Sarnaselt peavastuvõtu- ja -väljastustsooni sildade asetusega, on tehtud otsus hoida lahus tootmisega seotud väljastus- ja vastuvõtutsoonid. Arvestades valmistoodete kauba ringluskirusega, mis on 30 korda aastas, saab järeldada, et antud grupi tooted peale tootmist koheselt väljuvad laost. Seega tootmisest vastuvõtutsooni saab ühendada peamise komplekteerimistsooniga. Peamises komplekteerimistsoonis saab kõik vajalikud klienditellimuste read konsolideerida.

Peenkaubariiulite tsooni ei ole otstarbekas lahus hoida, sest antud tsoon on mõeldud väikeste toodete hoiustamiseks. Vahendustoodete seas on arvestatav hulk tooteühikud, mida hoitakse peenkaubariiulitel. Lisaks esineb selliseid tehingud, kus toormaterjale müüakse kliendile ja vahendustooteid kasutakse tootmises. Selliste hälvete esinemine toimub igakuiselt ja nende osakaal on keskmiselt kolm kuni viis % kogu materjalivoost.

Peamine komplekteerimistsooni asetus peab võimaldama kiiret ja lihtsat ligipääsu kõikidele hoiustatud tsoonidele. Antud tsoonis toimub toodete ühendamine ühte klienditellimusse, pakendamine ja ettevalmistamine ärasaatmiseks. Antud tsooni tootlikkus ja töö tõhusus on määrava tähtsusega ettevõtte konkurentsivõimele. Tehtud vead antud tsoonis võivad ohtu seada ettevõtte maine.

Laokontor, töötajate puhke- ja riietusruumid, abivahendite hoidmiseks mõeldud ruumid, saab ühendada haldus- ja majapidamisruumide tsooniks. Peab arvestama sellega, et

puhke- ja riietusruumid ei asetseks otseselt laokompleksis. Kontori asetust peab võimaldama kiiremat ligipääsu kõikidele tsoonidele.

Käitlemiseseadmeteks on valitud elektrijõuallikal töötavad masinad. Nende masinate parkimiseks ja akude laadimiseks peab olema loodud eraldi tsoon. Antud tsooni on vaja varustada sobiva elektriühenduse ja korraliku õhuvahetusega ning tagada tulekaitsevahendid. Lisaks ei tohi kahe meetri ulatuses olla tuleohtlikke materjale.

4.1.3 Laoruumi arvutuslik käik

Alapeatükis 3.3.2 tutvustas autor sammhaaval kuidas kavatseb laotsoonide suurused arvutada. Kõik arvutused on teostatud alapeatükis väljatoodud valemite järgi.

Baltronic ladu töötab viiel päeval nädalas ning keskmiselt 250 tööpäeva aastas. Ühe tööpäeva kestvus on kaheksa tundi. Ühe saadetise mahalaadimiseks ja pealelaadimiseks kulub umbes 20 minutit. Arvesse on võetud auto jõudmine laadimissilla ette, maha- või pealelaadimine, visuaalne saadetise kontroll, dokumentide allkirjastamine ning auto äramineku kontroll.

Võttes arvesse sissetulevate ja väljaminevate saadetiste keskmist voogu, arvestab autor, et igapäevaselt tuleb maha laadida seitse autot ja peale laadida 17 autot. Kaubaaluste mõõdud, mida käideldakse laos, on 1,2*0,8*1,7 m.

Kogu vajaliku laopinna (S_{total}) arvutamiseks tuleb arvestada järgmiste näitajatega:

- *Hoiustamiseks mõeldud kasulik ja abiala pind*

Hoiustamisele mõeldud kasulik ja abiala pind on jaotatud vastavalt laos hoitava ühiku eripära järgi. Vastavalt kaubaalustele ja peenkaupadele mõeldud tsoonidele.

- Kaubaalustele mõeldud kasuliku- ($S_{eur\ hoiu}$) ja abiala ($S_{eur\ abi}$) pinna arvutamine käib valemite (3) ja (7) järgi. kus 2019.aasta keskmine laos hoitava kaubamaht (V_{kesk}) oli 353,88 m³ ning ebaühtluse koefitsient (K_{uh}) on 1,51. Kaubamahu kasutegurit (K_{kk}) arvutame valemi (5):

$$K_{kk} = 0,645 * 0,759 = 0,49$$

Arvestades maksimaalset ladustamise kõrgust, on arvesse võetud riuli kõrguseks (H) 9,3 m. Lõpliku kasuliku pinna arvutamine on järgmine:

$$S_{eur\ hoiu} = \left(\frac{353,88 * 1,51}{0,49 * 9,3} \right) * 1,5 = 176m^2$$

Abiala pinna suurus on:

$$S_{eur\ abi} = 0,9 * 176 = 158m^2$$

- o Peenkaubariiulite keskmine laos hoitava kaubamaht (V_{kesk}) oli 171,21 m³ ning ebaühtluse koefitsient (K_{uh}) on 1,14. Kaubamahu kasutegurit (K_{kk}) arvutame valemi (5):

$$K_{kk} = 0,8 * 0,8 = 0,64$$

Arvestades maksimaalset ladustamise kõrgust, on arvestatud kõrguseks (H) 2,5 m. Lõpliku kasuliku pinna arvutamine järgmise valemi abil:

$$S_{peen\ hoiu} = \left(\frac{171,21 * 1,14}{0,64 * 2,5} \right) * 1,5 = 183m^2$$

Abiala pinna suurus on:

$$S_{eur\ abi} = 0,9 * 183 = 165m^2$$

- *Vastuvõtu- ja väljastustsoonide pinna arvutamine*

Antud magistritöö puhul on neid tsoone arvestatud kokku neli. Kaks tsooni on mõeldud ettevõtte sisse- ja välimaterjalivoolu teenindamiseks ja teised kaks tsooni on ettevõtte tootmise materjalivoo teenindamiseks. Arvutus valem (8) on kõikide tsoonide jaoks sama, ainult peamise vastuvõtutsooni tulemust tuleb korrutada kahega. Lisaks tuleb arvutada laadimissildade arvu. Laadimissildade arv arvutatakse peamise materjalivoo teenindamise valemi (10) järgi.

- o Peamine vastuvõtutsoon (S_{sp}):

$$S_{sp} = \left(\frac{3594,18 * 2,359}{250 * 1,7} \right) * 1,5 * 2 = 60m^2$$

- o Peamine väljastutsoon (S_{vp}):

$$S_{vp} = \left(\frac{3010,28 * 2,68}{250 * 1,7} \right) * 1,5 = 29m^2$$

- o Tootmisest vastuvõtutsoon (S_{st}):

$$S_{st} = \left(\frac{501,50 * 1,85}{250 * 0,425} \right) * 1,5 = 13m^2$$

- o Tootmisesse väljastutsoon (S_{vt}):

$$S_{vt} = \left(\frac{804,38 * 1,83}{250 * 0,425} \right) * 1,5 = 21m^2$$

- Kauba vastuvõtuks laadimissildade ($N_{s.sillad}$) arvu arvestatakse keskmise ajaga päevas (t_{kesk}) autode mahalaadimiseks, jaotununa lao lahtiolekuajaga ($t_{tööpäev}$):

$$t_{kesk} = 7 * 1,5 * 0,33 * 1,26 / 0,75 = 5,81h$$

$$N_{s.sillad} = \frac{5,81}{8} = 0,72 \approx 1$$

- Kauba väljastamiseks laadimissildade ($N_{v.sillad}$) arvu arvestatakse keskmise ajaga päevas (t_{kesk}) autode pealeladimiseks, jaotununa lao lahtiolekuajaga ($t_{tööpäev}$):

$$t_{kesk} = 17 * 1,5 * 0,33 * 1,43 / 0,75 = 16,06h$$

$$N_{v.sillad} = \frac{16,06}{8} = 2$$

- *Komplekteerimistsoonide pinna arvutamine*

Antud magistritöös on kaks komplekteerimistsooni. Peamine, kus toimub tellimuste komplekteerimine klientidele (S_{kp}). Ning tootmiskomponentide komplekteerimistsoon (S_{kt}), kus komplekteeritakse kokku tootmisesse vaja minevad komponendid. Tootmiskomponendid komplekteeritakse tootmistellimuste alusel, kus iga toote jaoks tehakse eraldi komplekteerimisülesanne. Antud tsoonide pinna vajadust arvutakse valemi (11) järgi:

- Peamine komplekteerimistsoon:

$$S_{kp} = \left(\frac{3010,28}{0,4 * 0,7 * 1 * 250 * 1,7} \right) * 1,5 = 38m^2$$

- Tootmiskomponentide komplekteerimistsoon:

$$S_{kp} = \left(\frac{804,38}{0,4 * 0,7 * 1 * 250 * 0,5} \right) * 1,5 = 34m^2$$

- *Haldus- ja majapidamisruumide pinna arvutamine*

Töötajate heaolu ja nendele vajalike töötingimuste loomine on tähtis element motivatsiooni ja tulemuslikkuse loomisel. Kontori ja muude ruumide jaoks (S_{muu}) pinna arvutamine käib valemi (12) järgi ning sõltub otseselt töötajate arvust.

$$S_{muu} = 3 * 4 * 1,5 = 18m^2$$

Kogu vajamineva lao suurus (S_{total}) on arvutatud valemi (2) järgi:

$$S_{total} = 176 + 158 + 183 + 165 + 60 + 29 + 13 + 21 + 38 + 34 + 18 = 895m^2$$

4.1.4 Võimalikud lao paigutusplaanid

Arvestades alapeatüki 4.1.2 kinnitatud laotsoonide paigutuseskiisi ning alapeatükis 4.1.3 saadud laotsoonide suurused, teeb autor võimaliku lao paigutusplaani number 1 (lisa 5).

Lao paigutusplaani number 1 on kasutatud kaubaaluste hoidmiseks riiuleid, mille ühe mooduli mõõdud on 2,8 m * 1,15 m * 8,5 m. Üks moodul mahutab 15 EUR-alust ja arvestades kaubaaluse kõrgust 1,7 meetrit, on ühe mooduli mahutavus umbes 23 m³. Kaubaaluste riiulite asetus on paralleelselt lao pikkema küljega. Selgelt on näha peakoridore, mille laiuseks on 4,4 m. Kaubaaluse riiulite teised vahekäigud on minimaalselt 3,15 meetrit.

Juba arvutustest oli näha, et peenkaubariiulite pinna osakaal on suurem kui kaubaaluste riiulite osakaal. Põhjusteks on riiulite kõrgus, mis on kõigest 2,5 m. Arvestades, et põranda ja lae vahe on kümme meetrit, siis võib järeldada, et antud laoruumi kasutus on ebatõhus. Lisaks toodete paigutamine asukohtadele ja komplekteerimine muutub kulukamaks. Komplekteerimistsoonid asuvad umbes 17 meetri kaugusel ning teekonnale kulutatud aeg on pikk.

Lao paigutusplaan number 1 ei ole kasutamiskõlbulik ebaratsionaalse ruumi kasutamise tõttu. Arvestades, esimeses paigutusplaanis tehtud vigadega, loob autor lao paigutusplaani number 2 (joonis 4.4).

Antud paigutusplaani peamiseks muutuseks on peenkaubariiulite paigaldus läbi kahe korruse. Sellisel juhul seadmete soetamine on kallim, kuid kasuliku ruumi võit on umbes 100 m² või 300 kaubaaluse kohta. Teekonna pikkus 17 meetri asemel on muutunud seitsmeks meetriks.

Võttes eesmärgiks optimeerida läbitavad vahemaad, otsustas autor kasutada riskäike. Ristkäigu laiuseks on 3,6 meetrit ning esimese horisontaalse tala kõrgus hakkab sõltuma lõplikust käitlemiseseadmete valikust.



Joonis 4.4 Baltronic paigutusplaan number 2

Allikas: Eskiis esitatud autori poolt, joonis teostatud Laadur OÜ poolt

Kaubaaluste riiulite vahed on tehtud suuremaks 3,55 m ja 3,75 m. Kuna tõstekõrgus on üle kaheksa meetri, siis muutub viiel korrusel kaubaaluste paigaldamine raskeks. On soovitatav teha riiulite vahelisi koridore laiemaks, mis annab tõstukijuhile rohkem manööverdamisruumi ja kauba kiiremat asetamist hoiukohale.

Lao paigutusplaani number 2 paindlikkuse hindamisse kaasas autor sõltumatu lao riiulitelahendustega tegeleva eksperdi. Ekspert tõi välja järgmised punktid, mida peaks arvestama:

- Laotöötajate ohutus. Peenkaubariiulite ja kaubaluste riiulite tsoonid mõningates kohtades ühtivad. Kahes koridoris võib virnastaja tagurdada komplekteerijate suunas.

Antud olukorra parandamiseks tuleb tagada ohutusnõuded kogu laos. Tõstukitel tagurdamisel peab olema sisse lülitatud signaal ja visuaalne tuli. Laos liikumiseks tuleb markeerida põrandal ohutustsooni ja kanda helkurveste. Lisaks piirata tõstukite sõitmist komplekteerimistsoonides.

- Peenkaubariiulid ehitada vastavalt vajadustele. Alustada 1-2 korrustest. Arvestades lao lagede kõrgust, võimaldavad tehnoloogiad ehitada kolme korruselised peenkaubariiuleid. Tugikonstruktsioonide lahendused tuleb läbi mõelda projekti alguses.
- Kauba hoiustamis varu 15%. Ootamatu materjalivoo suurendamisel peab olema laos hoiukohtadele vaba ruumi. Kui piigid on lühiajalised, siis nende rahuldamiseks jäetakse lattu 10-15% vabu kohti.

4.2 Hinnang majanduslikule efektile

Iga kapitaliinvesteering peab olema ettevõtte jaoks majanduslikult tõhus ning andma tagasi positiivse majandusliku efekti. Antud alapaetükis analüüsib autor majandusliku mõju kapitaliinvesteeringul ja toob välja peamised positiivsed majanduslikud efektid ladude konsolideerimisel, töö tõhususe parandamisel ja majandustarkvara uuendamisel. Lisaks analüüsib autor majandusliku efekti lõpliku lao paigutusplaani valimisel.

Uue lao ehitamise peamiseks eesmärgiks on konsolideerida olemasolevad laopinnad ühte kohta. Võrreldes hetkeolukorraga annab see ettevõttele võimalust optimeerida sisemisest logistikakulu, nii otsest kui ka kaudset (läbi aja väärtuse). Likvideerides toodete transporti ühest laost teise, on võimalik aastas kokku hoida 7500 eurot ning viie aasta jooksul 37 500 eurot. See on 22% uue lao ehitamise kapitaliinvesteeringust. Arvestades arengu koefitsienti võib protsendi osakaal muutuda 34%. Ladude konsolideerimisel on ka teisi positiivseid põhi- ja tugifunktsioonide muutusi. Tootmise seisakute vähenemine, valmis- ja vahendustoodete väljastamine ühest kohast sama transpordiga, tarnijatelt kaupade tärned ühte kohta, vähendavad tootmisseisakute ja transpordiga kaasnevaid kulusid, tõstavad kliendirahulolu taset ja tagavad positiivse majandusliku efekti.

Põhiprotsessid uuele laole üleminekul peavad muutuma tõhusamaks. Mõnda protsessi, nagu vastuvõtt ja väljastus, ei pea enam dubleerima. Palju aitab kaasa majandustarkvara integreerimine ja üleminek skanneritele ja/või tahvelarvuti lugejatele. Vastuvõtul kaupade kontroll ja sisestamine süsteemi, tellimuste komplekteerimisülesannete saamine ja komplekteerimine, väljastamine, inventuuride läbiviimine - need on vähesed protsessid, mida on võimalik muuta digitaalseks läbi uue majandustarkvara kasutuselevõtu. Majandustarkvara peab toetama ladustamissüsteemi. Hoiukohtadele peab määrama aadressid, et majandustarkvara saaks neid jälgida, mis aitab kokku hoida aega kaupade hoiukohtadele paigutamisel, tellimuste komplekteerimisel ja inventuuri tegemisel. Sellised muudatused lao põhiprotsessides võivad arvestuslikult kokku hoida kuni 50% laotöötajate tööajast ning ettevõtte jaoks väljendub see kulude kokkuhoius (ÄP logistika).

Alapeatükis 4.1.4 selgitati, mille poolest võimalik lao paigutusplaan number 2 on parem esmasest lao paigutusplaanist. Majandusliku efekti väljendamiseks võtab autor arvutamiseks kaubaaluste asukohtade hinnad, arvestades Eesti keskmist hinda ühe kaubaaluse hoiustamise eest ühes ööpäevas (0,2 EUR/ööpäev). Kahe lao paigutusplaani rahaline erinevus on kokku umbes 30 000 eurot ja kahe lao paigutusplaani alusekohtade arvu erinevus on 300 kohta. Läheb vaja üks aasta ja viis kuud, et lao paigutusplaani number 2 kapitaliinvesteering muutuks positiivseks.

4.3 Järeldused ja ettepanekud

Antud alapeatükis annab autor püstitatud uurimisprobleemide lahendamisse omapoolsed soovitusel. Kuna tegemist on eskiisprojektiga, siis lõpliku projekti tegemiseks on vaja teha ettevõtte laomajanduskorraldustes mõningad muudatused.

Algandmete korrastamine

Antud magistritöö alguses tuvastas autor algandmetes puudusi. Laoühikutel puudusid põhialgandmed. Need on laoühiku kõrgus, pikkus ja laius. Pea 50% laoühikutel puuduvad kaalud, nii bruto- kui netokaal.

Laoühiku määramine on peamine ja fundamentaalne vajadus ettevõtte materjalivoo jälgimisel. Laoühiku informatsiooni korrasoleku eest vastutava töötaja määramine on esimene samm olukorra parandamiseks. Peab välja töötama süsteemi, mis aitaks jälgida muudatusi ja vajakajäämisi lao töökorralduses. Lao põhiprotsessides peavad andmed olema kontrollitud ja vajadusel täiendatud. Nendeks protsessideks on kauba vastuvõtt ja kontroll, komplekteerimine ning väljastamine. Lisaks saab andmed uuendada füüsilise inventuuri käigus.

Peale andmete korrastamist saab tegeleda järgmise materjalivoo etapiga. Selleks on materjalide sisse tulemine ja välja minemine. Andmed sissetulevate saadetiste kohta olid olemas 58% juhtudest ja väljaminevatel 38%. Arvestades olemasoleva majandustarkvara võimalusi andmete sisestamisel ja jälgimisel, on jäänud selle informatsiooni sisestamine tegemata.

Korrastatud andmed ei anna ainult vajalikku informatsiooni laokujundamise projekti koostamiseks, vaid on vajalikud igapäevaseks lao koormuse jälgimiseks. Tuginedes andmetele on võimalik püstitada laomajanduse korralduse eesmärgid ja jälgida nende täitmist. Lõplikult korrastatud andmed soodustavad protsesside automatiseerimist.

Ettevõtte majandustarkvara, andmete digitaliseerimine ja protsesside automatiseerimine

Uuritava objekti majandustarkvara on kasutusele võetud aastast 2007 ja järgmiste aastate jooksul on seda palju muudetud ning täiendatud. Kuid antud majandustarkvara versiooni programmeerimiskeel on vananenud ja muudatuste tegemine ei ole majanduslikult rentaabel.

Ettevõtte laomajanduse põhiprotsessides on olemas teatud toimingud, mida oleks võimalik digitaliseerida ja automatiseerida. Teatud tehingud, nagu materjalide vastuvõtmine, tellimuste komplekteerimine ja väljastamine, toimuvad manuaalselt. Andmed küll digitaalselt sisestatakse majandustarkvarasse, kuid need protsessid on võimalik automatiseerida. Paberivaba laomajanduse juurutamine võimaldab kiiremini töödelda tellimusi.

Läbi andmete digitaliseerimise ja protsesside automatiseerimise on võimalik kokku hoida kuni 50% laotöötaja tööajast (ÄP logistika). Antud ajavõit on ettevõttele hindamatult positiivse majandusliku efektiga. Lisaks muudab uus majandustarkvara kogu tarneahela läbipaistvaks ja paindlikumaks.

Ladude konsolideerimine

Arvestades ettevõtte visiooni, väärtusi ning majandusliku efekti analüüsi, saab järeldada, et ladude konsolideerimise otsus on õigustatud. Toodete eripärad ja klientide tellimuste varieerimise rohkus näitavad, et kasutada tuleb kombineeritud laomajanduse korraldust. Näiteid efektiivselt toimivate ja eripära arvestavate ladude kohta on nii tootmisettevõtetes, hulgikaubanduses kui jaotuskeskustes. Materjalide hoiustamine tootmise läheduses vähendab tootmisseisakuid ja annab materjalide transportimise kuludelt kokkuhoidu vähemalt 7500 eurot aastas.

Bakeri ja Canessa struktureeritud lähenemine

Autori arvates on antud teadusartikkel uue lao projekteerimisel peamine teoreetiline materjal, mis kirjeldab üldised projekteerimise sammud, kuid ei anna täpsemaid juhiseid laokujundamisel. Samas artiklis väljatoodud õpikud annavad samuti teoreetilisi teadmisi.

Tugineda tuleb nii teoreetilistele teadmistele kui antud valdkonna ekspertide praktilistele kogemustele, et välja töötada laokujunduse projekt.

Laomajandus korraldus

Magistritöö esimeses peatükis käsitletud laomajanduse korralduse teoreetilisest materjalist lähtudes on autori arvamus, et uuritava objekti laod vajavad detailset analüüsi. Kehtestatud põhiprotsesside andmed ei pruugi hetkel olla õiged. Arvestades ettevõtte arengut ja protsesside keeruliseks muutmist, tuleb laomajanduse korraldus korraldada terviklikul moel. Lisaks soovitab autor laotöötajatele tõsta laonduse teadmiste taset ja püstitada oma töös eesmärgid.

Edasiminekuks soovitab autor leida lao kujundamiseks sobiva alternatiivse arvutamise meetodi. Meetod peab olema niivõrd universaalne, et sobib tootmis- ja hulgiladude kujundamisel.

KOKKUVÕTE

Magistritöö uurimisprobleem seisnes selles, et Baltronic laomajandus ei olnud korraldatud terviklikult. Hetkeolukorra kaardistamisel avastas autor laomajanduse korralduses kitsaskohad. Osa probleeme on võimalik taktikalisel ja operatiivsel tasandil lahendada, kuid osa vajab juhtkonna strateegilist otsustamist.

Magistritöö uurimiseesmärgiks oli Baltornic laomajanduse tervikliku eskiisi koostamine, mis koosneb lao varude käitlemisfunktsioonide kaardistamisest, materjalivoo diagrammist (materjalivoo analüüsist), lao paigutusplaani väljatöötamisest, lao seadmete valikust ja majandusliku efekti analüüsist.

Käesoleva magistritöö uurimusküsimuste vastamiseks valis autor uurimisstrateegiaks juhtumiuurimuse ning kombineeritult kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid meetodeid. Autori uurimiseesmärgini jõudmiseks oli algselt kogutud hulgaliselt algandmeid ettevõtte majandustarkvarast ja uuritud teaduskirjandust. Et algandmed ei olnud piisavad, viis autor täiendavalt läbi inventuuri, et kaardistada laoühikute õiged suurused. Teaduskirjandusest avastas autor Bakeri ja Canessa laokujundamise struktureeritud lähenemisviisi, mille järgi kogu uurimisstrateegia on üles ehitatud. Analüüsiti kogu materjalivoo mahtu, selgitati välja hoiustamise ja ristlaadimise maht, sesoonsus ja ladude koormuse jaotus.

Lao paigutusplaani väljatöötamine on laokujunduse peamine etapp. Selle etapini jõudmiseks vajasid lahendamist erinevad probleemid ning tuli leida vastused järgmistele küsimustele:

- Milliseid andmeid on vaja laokujundamise planeerimiseks?
- Millised on ärinõuded ja kujundamispiirangud?
- Kuidas määratleda laomajanduse funktsioone?
- Kuidas valida ladustamisseadmed?
- Kuidas kujundada sisemist asetust?
- Kuidas hinnata laokujunduse paindlikust?
- Kuidas hinnata projekti majandusliku efekti?

Magistritöö autor sai kõikidele küsimustele vastused. Tuginedes vastustele, koostati lõplik lao paigutusplaan (joonis 4.4). Lao paigutusplaani väljatöötamisel esinesid mõningased piirangud. Esiteks oli ettevõtte juhtkonna poolt hoone ehitamise otsus tehtud ning ehituseskiis olemas. Antud eskiis seadis aga piirangud materjalivoolu konfiguratsioonile, vastuvõtu- ja väljastustsoonide asetustele. Lao paigutusplaani

paindlikuse kontrollimist teostanud eksperdi valik oli tehtud vastavalt haridustasemele ja valdkonna tundmisele.

Käesolevas magistritöös püstitatud eesmärk sai täidetud, sest neljandas peatükis jõudis autor lõpliku laomajanduse eskiisi koostamiseni. Andmete analüüsi põhjal koostatud materjalivoo diagramm näitab selle jaotust ja sisemise logistika põhistruktuuri. Materjalivoo diagrammi põhjal koostas autor laotsoonide nimekirja ja nende vahelise seose (asetuse). Asetuse valikul oli arvesse võetud etteantud piiranguid ja ettevõtte tööprotsesside eripära. Lao seadmete valik oli pigem konservatiivne kui progressiivne. Kaubaaluste hoiustamiseks valis autor konventsionaalsed riiulid ja peenkauba hoiustamiseks läbi kahe korruse ulatuvad peenkaubariiulid. Tuginedes hoiuseadmete valikule, hoiustatava materjali mahule, lao lae kõrgusele ja komplekteerimisel läbitavale vahemaale, teostas autor käitlemiseseadmete valiku. Enne lõpliku lao paigutusplaani kujundamist, arvutas autor kõikide laotsoonide suuruste vajadused, mis võtsid arvesse ettevõtte viie aasta arenguplaani. Lõpetuseks sai tehtud majandusliku efekti hinnang, mis näitas, et ladude konsolideerimine on ettevõttele vajalik.

Autori soovitus on antud magistritöös käsitletud teemat edasi arenda, kuni on loodud igale laotüübile sobilik standartlahendus. Uuritaval objektil soovitab autor esimesel võimalusel parandada oma majandustarkvaras olevad algandmed ja üle vaadata laomajanduse korraldus hea tava kohaselt.

SUMMARY

The candidate's master's thesis states that the warehousing of Baltronic was not organised to its entirety. In the mapping of the current situation, the author discovered disadvantages in the organisation of warehousing. Some of the problems can be solved at a tactical and operational level, but some require strategic decision-making by the management.

The goal of the master's thesis was to compile a comprehensive sketch of Baltronic's warehouse management, which consists of mapping the warehouse's inventory management functions, a material flow diagram (a material flow analysis), developing an optimal layout plan for the warehouse, the selection of equipment at the facility and of an economic effect analysis.

To answer the research questions of this master's thesis, the author chose case study and a combination of qualitative and quantitative methods as the research strategy. In order to reach the author's research goal, a large amount of raw data was initially collected from the company's business software and scientific literature was researched. As the initial data was not sufficient, the author carried out an additional inventory to map the correct sizes of the warehouse units hold. From scientific literature, the author discovered Baker and Caressa's structured approach to warehouse design, according to which the entire research strategy is built. The capacity of the entire material flow was analysed, the volume of storage and cross-docking, seasonality and load distribution of the warehouse were determined.

The development of a warehouse layout plan is the main stage of warehouse design. In order to reach this stage, various problems needed solving and the following questions had to be answered:

- Which data is needed for planning the warehouse design?
- What are the business requirements and design constraints?
- How to define the functions of warehousing?
- How to choose storing tools?
- How to prepare an internal layout?
- How to evaluate flexibility in warehouse design?
- How to assess the economic impact of the project?

The author of the master's thesis received answers to all questions. Based on the responses, a final warehouse layout plan was drawn up (figure 4.4). In the development stage of the warehouse layout plan, some limiting factors surfaced. First, the

construction of the facility had been approved by the management of the company and an initial construction plan was in place. However, this sketch set limits on the configuration of the material flow, the layout of the import and export zones. The expert, who checked the flexibility of the warehouse layout plan, was chosen according to the level of education and knowledge of the field.

The goal set in this master's thesis was achieved because in the fourth chapter the author drew up the final warehouse management sketch. The material flow diagram based on the data analysis shows its distribution and the basic structure of internal logistics. Based on the material flow diagram, the author compiled a list of the warehouse zones and the relationship (layout) between them. The constraints and the specifics of the company's work processes had been taken into account whilst choosing the location. The choice of warehouse equipment was conservative rather than progressive. The author chose conventional shelves for pallet storage and fine goods shelves extending through two floors for storage of fine goods. Based on the choice of storage equipment, the volume of material to be stored, the height of the warehouse ceiling and the distance covered during assembly, the author made a selection of handling equipment. Before executing the final warehouse layout plan, the author calculated the needs of all warehouse zones, which took into account the company's five-year development plan. Finally, an economic impact assessment was carried out, which showed that the consolidation of the warehouses was necessary for the company.

The author's recommendation is to further develop the topic covered in this master's thesis until a standard solution suitable for each warehouse type has been created. At the site researched, the author recommends to improve the basic data in their business software as soon as possible and to review the organization of warehousing in accordance with good practice.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Ackerman, K., B. (1997). *Practical handbook of warehousing. Fourth edition*. Springer-science+business meadi, B.V.
- Baker, P., Canessa, M. (2009). *Warehouse design: A structured approach*. European journal of operational research. Elsevier Science B.V. pp 425, 436. www.sciencedirect.com
- Baltronic OÜ. (2020). *Baltronic OÜ majandusaasta aruanne (BMA)*. Autori käsutuses.
- Baltronic OÜ. (2020). *Kvaliteedi- ja keskkonnakäsiraamat (KKKR)*. Autori käsutuses.
- Baltronic Group OÜ. (2020). *Quality and environmental manual*. Autori käsutuses.
- Bartholdi, J. J., Hackman S. T. (2019). *Warehouse & distribution science. Release 0.98.1*. Gergia Institute of Technology. USA. www.warehouse-science.com
- Belousov, V., Šestakov, V., Jušina, L. (2007). *Инвестиции. Учебное пособие*. Kirjandus "Истоки". Venemaa
- Emmett, S. (2005). *Excellence in warehouse management. How to minimise cost and maximise value*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Frazelle, E. H. (2016). *Workd-class warehousing and material handling. Second edition*. Mc Graw Hill Education.
- Gadzhinskij, A. (2006). *Логистика*. Kirjandus "Дашков и К". Venemaa
- Gu, J., Goetschalckx, M., McGinnis, L. F. (2010). *Research on warehouse design and performance evaluation: comprehensive review*. European journal of operational research. Elsevier Science B.V. pp 539, 549. www.sciencedirect.com
- Gue, K. R., Meller, R. D. (2009). *Aisle configurations for unit-load warehouses*. Taylor & Francis Group, IIE Transactions. pp. 171, 182.
- Haksever, C., Render, B. (2013). *Service Management. An integrated Approach to supply chain management and operation*. Person Education, Inc.
- Hamberg, R., Verriet, J. (2012). *Automation in warehouse development*. Springer-Verlag London.

- Heragu, S. S., Du, L., Mantel, R. J., Schuur, P. C. (2005). *Mathematical model for warehouse design and product allocation*. International journal of production research. pp. 327, 338.
- Hompel, M., Schmidt, T. (2007). *Warehouse management*. Springer-Verlag London.
- Ivanov, A. (2007). *Проектирование склада: пример расчетов*. Venemaa: Mizunov Media Group.
- Kembro, J., H., Norrman, A., Eriksson, E. (2018). Adapting warehouse operations and design to omni-channel logistics. A literature review and research agenda. Department of Industrial Management and Logistics. Sweden. Emerald Publishing Limited. pp. 890, 912. www.emeraldinsight.com/0960-0035.htm
- Kiisler, A. (2011). *Logistika ja tarneahela juhtimine*. Tallinn: AS Erahariduskeskus.
- Klodawski, M., Jacyna, M., Lewczuk, K., Wasiak, M. (2017). The Issues of Selection Warehouse Process Strategies. *Procedia Engineering*. Elsevier Science B.V. pp 451, 457. www.sciencedirect.com
- Kotzab, H, Seuring, S., Müller, M., Reiner, G. (2006). *Research methodologies in supply chain management*. Physica-Verlag Heidelberg, New York.
- Larson, T. N., March, H., Kusiak, A. (1997). A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage. Taylor & Francis Group, IIE Transactions. pp. 337, 348.
- Lobanov, N. (2007). *Расчёт показателей среднего склада*. Ajakiri "Складские технологии". Venemaa
- Nerush, J., Panov, S., Nerush, A. (2014). *Проектирование логистических систем. Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры*. Kirjandus „Юрайт”. Venemaa
- Rosenblatt, M. J., Roll, Y. (1984). *Warehouse design with storage policy considerations*. Int. J. Prod. Res. 1984, vol 22, No 5. pp. 809, 821.
- Richards, G. (2014). *Warehouse management. Second edition*. Kogan Page. UK.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Houtum, G. J., Mantel, R. J., Zijm, W. H. M. (2000). *Warehouse design and control: Framework and literature review*. European journal of operational research. Elsevier Science B.V. pp 515,533.

- Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. (2014). *The handbook of logistics and distribution management. Fifth edition.* The chartered institute of logistics and transport (UK).
- Sereda, A. (2018). *Nowaday challenges of supply chain risk management as a consequence of the ongoing business environment changes.* IB BGU (Minsk).
- Suursoo, J. (2016). *Ekspedeeriija käsiraamat.* Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool, pp. 135, 183.
- Tanichev, A. (2003). *Логистика.* Venemaa: "Neva" kirjastus.
- Virkus, S. (2010). *Infokäitumise, info hankimise ja otsingu ning infopädevuse uurimise meetodid.* Tallinna Ülikool.
- Äripäeva käsiraamta. *Logistika ja Eksport (ÄP Logistika).* (2003). Tallinn: AS Äripäev

LISAD

Lisa 1. Materjalivoo jaotus kaubagruppide kaupa

Grupp	Nimetus	POSITIIVNE	NEGATIIVNE	ABC	ITO
27	Vahendustooted	28%	27%	AA	5,2
26	Valmistoodang	18%	19%	AA	29,5
21	Kaablid FO	17%	14%	AA	3,1
13	Toited	6%	7%	BA	20,6
56	Valmistoodang TV	6%	7%	BB	22,2
11	Antenni süsteemid	6%	6%	BB	7,5
25	Muu FO	5%	5%	BB	3
15	Võrgutarvikud	4%	4%	BB	24,7
23	Pistikud FO	3%	4%	CC	4,7
12	Kaablid ALP	3%	3%	CC	5,1
14	Pistikud ALP	1%	1%	CC	4,2
32	Keevitused	1%	1%	CC	3,7
53	Lisatarvikud TV	1%	1%	CC	4,7
22	Ferrulid	0%	0%	CC	4,6
31	Mõõte ja test seadmed	0%	0%	CC	1,3
24	Poleermaterjalid	0%	0%	CC	3,2
52	Pistikud ja katted TV	0%	0%	CC	1,9
51	Kaablid TV	0%	0%	CC	0,4
41	Kondensaatorid	0%	0%	CC	0
19	Muu ALP	0%	0%		
39	Muu instrumendid	0%	0%		
42	Takistid	0%	0%		
43	Induktiivsused	0%	0%		
49	Muu komponendid	0%	0%		
90	Muu				

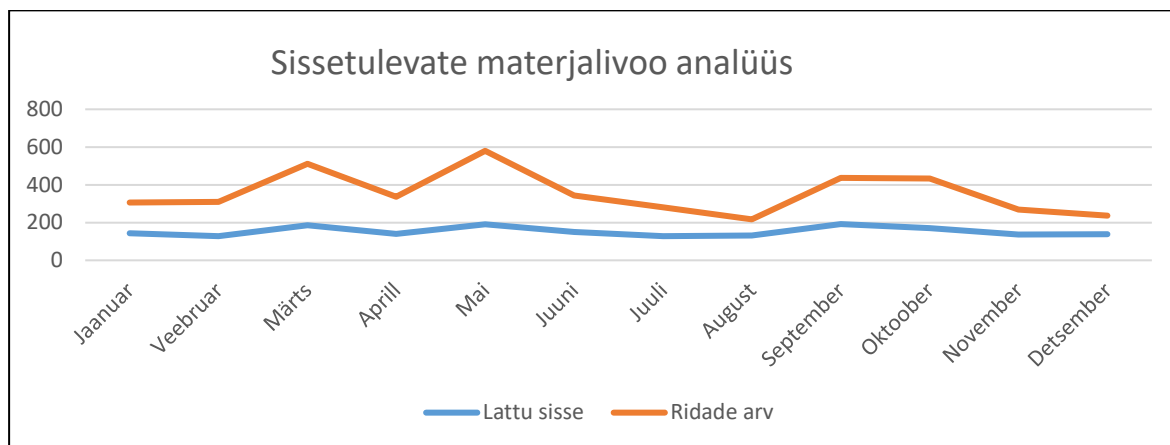
Allikas: Koostatud autori poolt

Lisa 2. Kauba gruppide kaupa jaotus ladustatud - ja ristlaadimis tooted

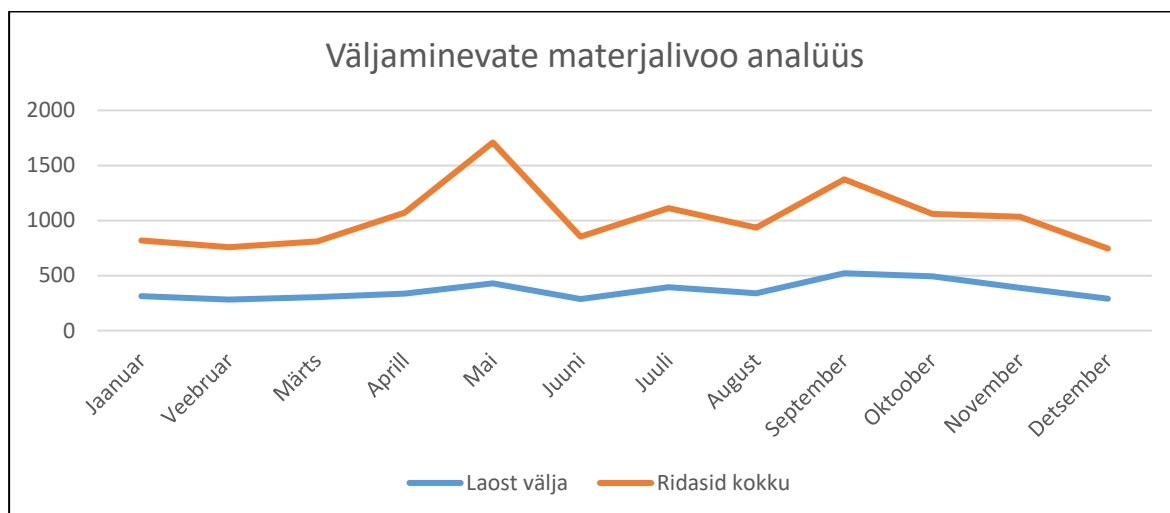
	Ühikute kogus		Group 1	ITO 5 ndl	Group 2	ITO 9 ndl	Group 3	ITO 19 ndl	Group 4	ITO 0 ndl	Groupe 5	ITO 4 ndl	Group 9	ITO 4 ndl
Kokku	4192	100%	286	6,8%	3689	88,0%	49	1,2%	2	0,05%	154	3,7%	12	0,3%
Hoiustamine	1838	44%	74	26%	1601	43%	28	57%	2	100%	121	79%	12	100%
Jaotus / ristlaadimine	2354	56%	212	74%	2088	57%	21	43%	0	0%	33	21%	0	0%

Allikas: Koostatud autori poolt

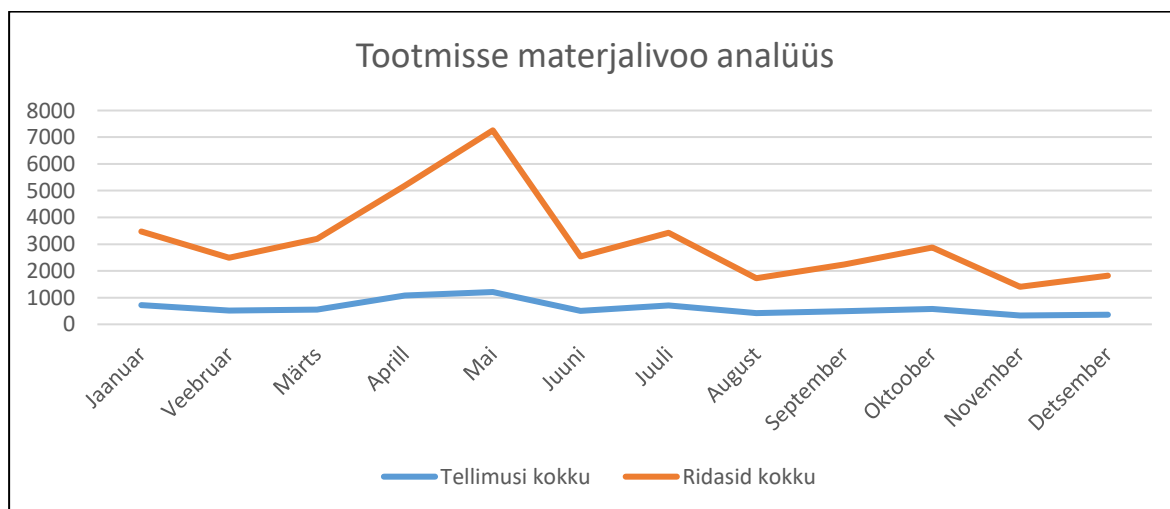
Lisa 3. Sissetulevate, väljaminevate, tootmisse ja tootmisest materjalivoogude analüüs



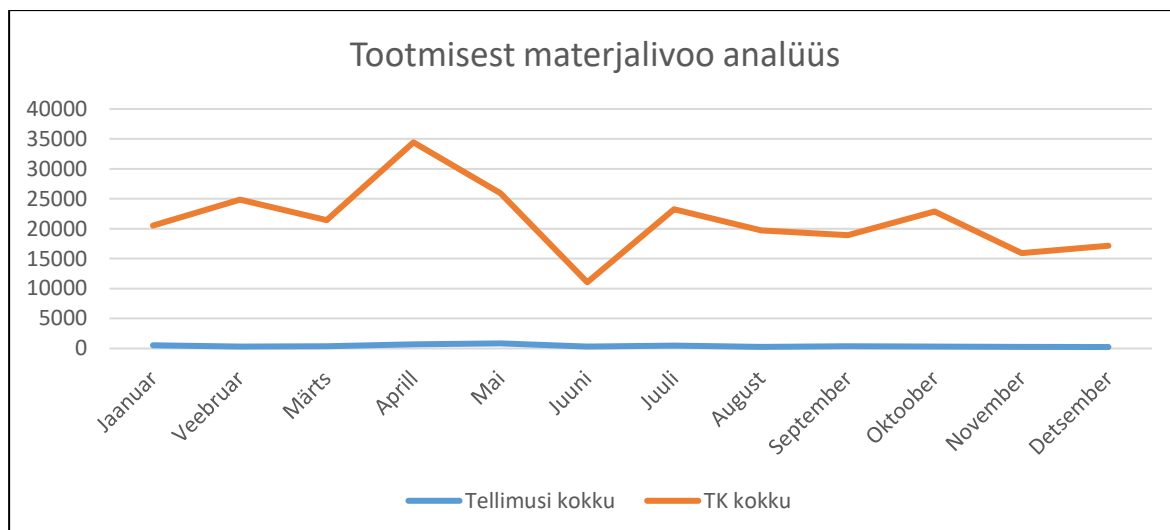
Allikas: Koostatud autori poolt, mõõdühik - tk



Allikas: Koostatud autori poolt, mõõdühik - tk

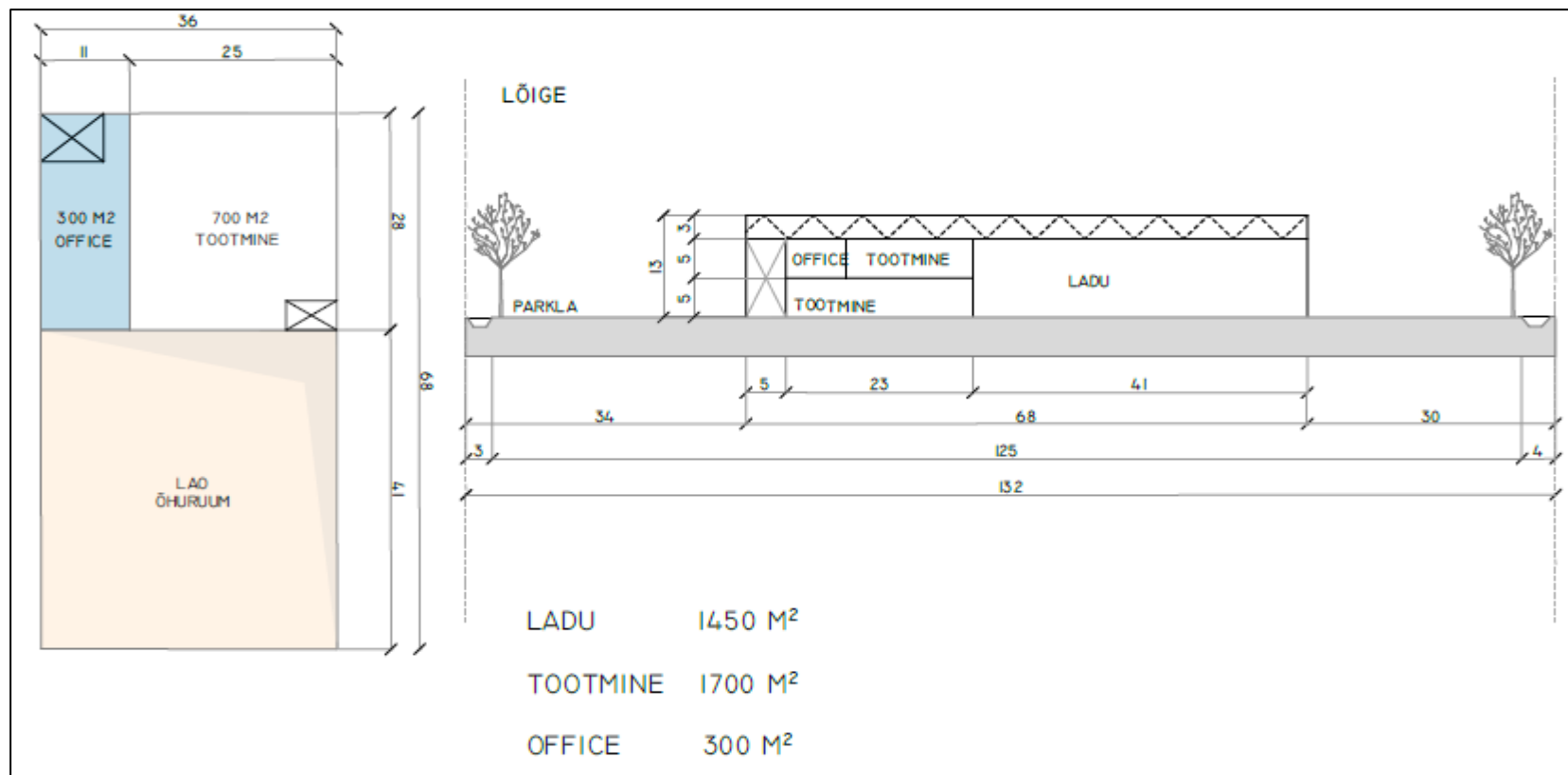


Allikas: Koostatud autori poolt, mõõdühik - tk



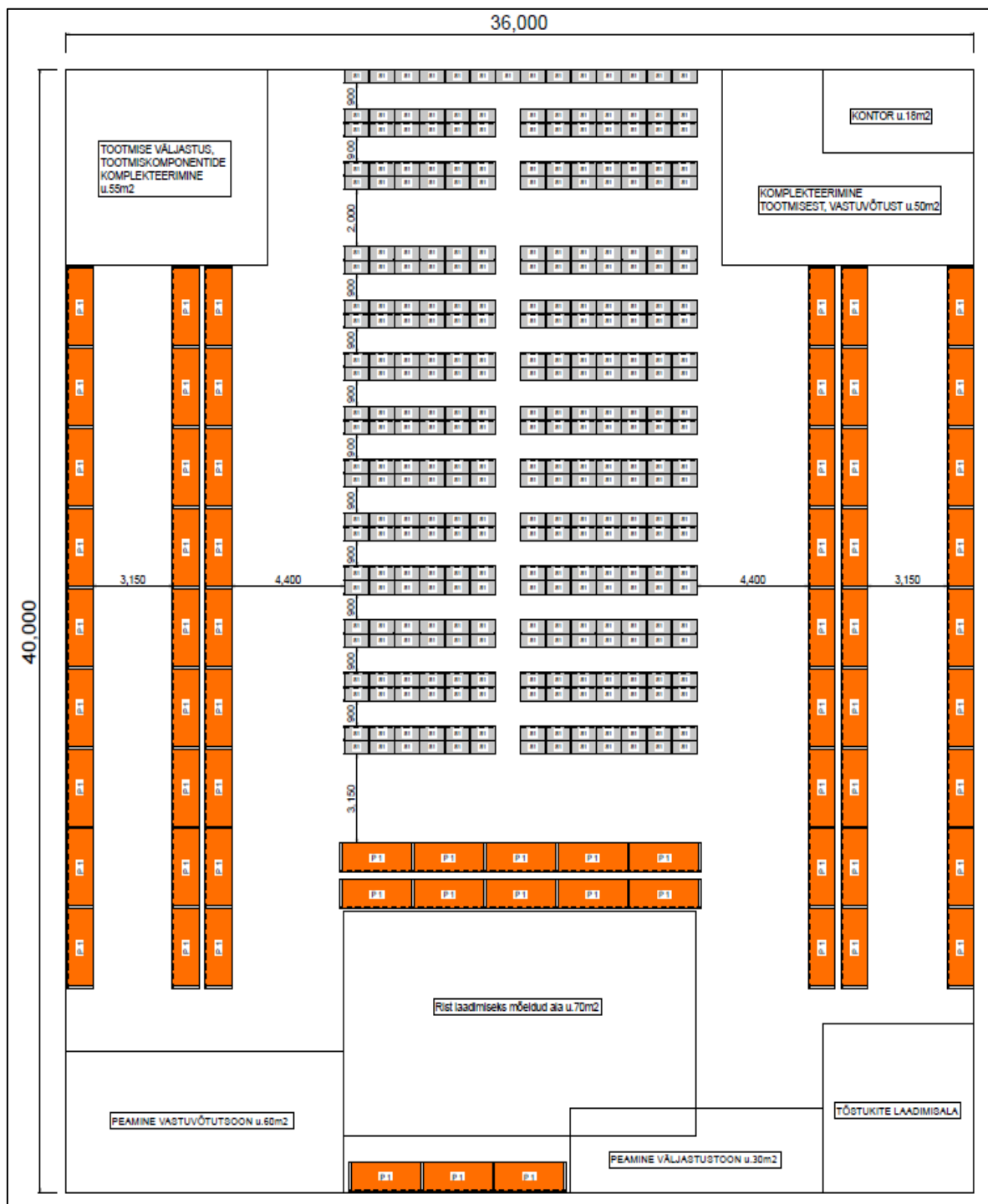
Allikas: Koostatud autori poolt, mõõdühik - tk

Lisa 4. Baltronic tulevase hoone ehituseskiis



Allikas: Baltronic OÜ

Lisa 5. Võimalik lao paigutusplaan number 1



Allikas: Eskiis esitatud autori poolt, joonis teostatud Laadur OÜ poolt